

McGill University Library



3 102 871 652 A

ISLAMIC
QB43
B2
1924

MBb9

.B2195

in

INSTITUTE
OF
ISLAMIC
STUDIES

★

22094

McGILL
UNIVERSITY

المذكرات في علمي الهيئة والميتقات

أطلبة

القسم العالي بالجامع الأزهر

Muhammad Abū al-ʿAlā al-Bannā

تأليف

محمد أبو العلاء البنا

المدرس لعلم الفلك بالقسم العالي الأزهر ومن علمائه

ابتداء جمعها

في يوم ٢٢ جمادى الثانية سنة ١٣٤٢ هـ الموافق ٢٨ يناير سنة ١٩٢٤ م

﴿ الطبعة الأولى ﴾

سنة ١٣٤٢ وحقوق الطبع محفوظة للمؤلف

المطبعة الحجازية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فسبحان الله حين تمسون وحين تصبحون . وله الحمد في السموات والأرض وعشياً وحين تظهرون . وصلاة وسلاماً على سيدنا محمد شمس الأنبياء والأولياء . وعلى آله وصحبه بدور الاقتداء . ونجوم الاقتداء . وبعد

فهذا ما لخصته وجمعته في علمي الهيئة والميقات . لطلبة القسم العالي بالجامع الأزهر . ملبياً دعوة مشيخة هذا القسم الجلييلة . مع اعترافي بقصوري . لولا عون إجابة الداعي وشغفي بخدمة هذا العلم الذي قصرت عن تحصيله اللهم من زمن بعيد . وقلت الرغبة في تعليمه . حتى قيض الله لأعادة مجد المعاهد الدينية وأرجاع سعداء . أولياء أمور أمحو مقدار احتياج الأمة الإسلامية إلى هذا الفن العظيم . فأوجبوا درسه بين العلوم الأزهرية العالية . فجاء ذلك موافقاً للطبيعة نفسها . لانه العلم الذي يعد من الدرجة الأولى في مبادئ ومقدمات العلوم الفلسفية الدينية . . .

وسميته ﴿ المذكرات في علمي الهيئة والميقات ﴾ وقد وشحت صحائفه بشرح رسومه وأشكاله . لزيادة إيضاحه ودفع إشكاله . تكميلاً لفائدته وتعميماً لمنفعته . . .

ابتدأت هذا الملخص وفق المنهاج المقرر . بالجامع الأزهر . في وقت كان طالعہ سعد البلاد . يوم أن تألفت الوزارة السعدية . وهو يوم الاثنين ٢٢ جمادى الثانية سنة ١٣٤٢ هجرية الموافق ٢٨ يناير سنة ١٩٢٤ ميلادية . . .

وهي أول وزارة دستورية نياية . في عهد من نشر الخير والأحسان ومنع الفساد . وبسط الأمن والأمان للعباد . جلالة مولانا الملك فؤاد أيده الله وحفظ ولي عهده . الأمير فاروق . مع جميع الآل . وسائر الأنجال . وخلص الله شمس مملكتہ نائية عن الزوال . وأقام دولته ثابتة على الكمال . آمين آمين آمين

كما أسأله تعالى أن يكون بحسن الختام كفيل . وهو حسبي ونعم الوكيل . . .



مقدمة

تعريف علم الهيئة

علم الهيئة — هو العلم الذي يبحث فيه عن الأجرام العلوية. والكواكب السماوية. من حيث. أشكالها. ومقاديرها. وأبعادها. وحركاتها. وما يتعلق بذلك

الباب الأول

« في السماء »

الفصل الأول

الكرة السماوية — الحركة اليومية — محور العالم — القطبان السماويان — سمتا الرأس والقدم

الكرة السماوية — هي الكرة التي نتصورها محيطة بجميع العوالم^(١)

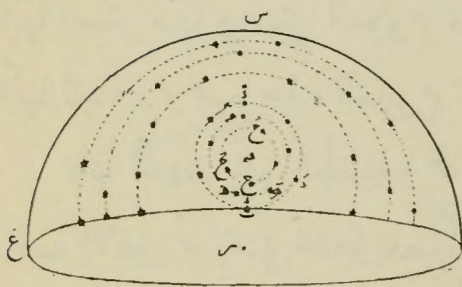
(١) سيتضح أن بعد قطر الأرض بل قطر مدارها السنوي كنقطة بالنسبة إلى أبعاد الاقطار السماوية. ومن ثمت يمكن أن يقال ان نصف قطر الكرة السماوية كبير جداً لا يتناهى. وأن مركز الكرة السماوية منطبق على مركز الأرض. حتى أن الخطوط المتوازية الممتدة من مركز الكرة السماوية ومركز الأرض وعين الراصد. تلاقي الكرة السماوية في نقطة واحدة. وان كان هذا لا يقال بالنسبة للشمس والقمر ولكل سيار. لصغر بعدها عنا

ويحسب الناظر اليها أنها قبة زرقاء^(١) وأن الكواكب نقط بيضاء . قد رصعت على سطحها^(٢) ودارت معها من الشرق إلى الغرب

(١) منشأ هذا اللون الأزرق إنما هو انعكاس الضوء الشمسي في الهواء الجوى . وضوء الشمس هو الذي يجعل هذا اللون صافيا رائقا مدة النهار . فبعد غياب الشفق وحلول الليل تصير هذه الزرقة شديدة العتمة . ومما يقوى هذا أن ذلك اللون الأزرق يشتد حلاكة إذا ارتقى الانسان جبلا عاليا أو ارتفع بطيارة حتى لو أمكن أن يرقى الى نهاية الطبقة الجوية . هناك لا يرى كفه من شدة الظلام بل السواد الحالك

ومن ظواهر هذه القبة وضوح انخفاضها من الاعلى وسبب ذلك كثافة طبقات الجو عند الأفق أكثر منها عند السميت فيقل تشربها للضوء في سمكها القليل في السميت وحينئذ يرى جزء السماء عنده نيراً أكثر منه عند الافق ودائماً يرى النير أقرب من المعتم . وسيأتي تفصيل ذلك في شرح الجو

(٢) فاذا فرض في شكل (١) انك في نقطة مروكانت فضاء متسعاً أو محلاً مرتفعاً وایس هناك ما يمنع النظر من الامتداد . بحيث تكشف جميع ما هو محيط بك . يترأى لك .



(شكل ١)

(أولاً) أن الارض مبسوطة تحت قدميك وممتدة الى أن تتلاقى بالسماء من كل جهة . ومحدودة لغاية امتداد النظر بدائرة شـ بـ غـ ح التي هي خط

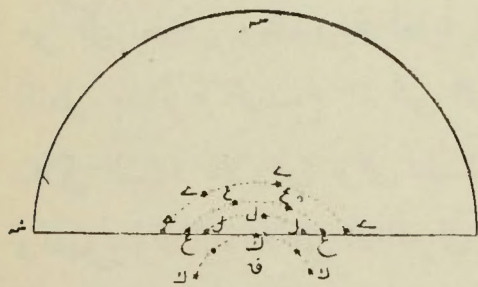
تلاقى السماء بالارض وهي متساوية الابعاد بالنسبة اليك فانت في مركزها وتسمى (دائرة الافق الظاهري)

(ثانياً) يظهر لك أن السماء مثل قبة شـ بـ غـ ح منخفضة من الاعلى ومرتفعة من جميع الجهات على سطح الارض وخط تلاقيهما هو دائرة الافق شـ بـ غـ ح وسطح تلك الدائرة هو مستوى الافق الظاهري . وتلك الحالة تشاهد واضحة اذا كان الواحد موجوداً على سطح البحر حيث لا يوجد ما يمنع نظره من الامتداد

الحركة اليومية — هي دوران الكرة السماوية والكواكب العلوية حول الارض من الشرق الى الغرب مرة في اليوم واللييلة تقريباً
تنبيه : هذه الحركة ظاهرية ومنشؤها دوران الارض حول نفسها أمام الكواكب من الغرب الى الشرق في تلك المدة وسيأتى بيانه
ظواهر هذه الحركة — الناظر الى نصف السماء الشمالى وهو فى أفق القاهرة مثلاً يترأى له

أولاً — أن بعض الكواكب لا يشرق ولا يغرب بل يكون أبدي الظهور في رسم مداره فوق الأفق حول نقطة فى الشمال^(١) ترى

(١) فى شكل (١) مثلاً . أنت واقف فى م الذى هو أفق القاهرة متجهها نحو الشمال (البحرى) ب ويمينك نحو الشرق ش ويسارك نحو الغرب غ وخلفك الجنوب (القبلى) ح فاذا تأملت النجوم حينئذ تجد أن بعضها د و ك يحف الأفق من غير أن يختفى تحته ويرسم حول نقطة ثابتة دائرة تلمة وبعضها هـ هـ يقرب من الأفق من غير أن يصل اليه ويرسم دائرة تامة أيضاً موازية للأولى غير أنها أصغر منها وبعض النجوم مثل ح يرسم دائرة صغيرة جداً بحيث تظهر أنها ثابتة . وجميع هذه النجوم تبقى ظاهرة دائماً ولذلك تسمى أبدية الظهور فاذا اتجهت نحو الجنوب ح وجدت بعض الكواكب ك شكل (٢) و (٣)



(شكل ٢)

يحف الأفق ثم يختفى تحته وبعضها مثل ل يظهر فوقه زمناً قليلاً ثم يغيب ومثل ع بمكان أزيد . وأكثر منه ي ومن ثم يقال إن النجم تطول مدة ظهوره بمقدار قربته من الشمال وتقصر بمقدار قربته من الجنوب

فاذا أمعنت النظر الى الأفق نحو الشرق تجد أن النجوم تشرق من جميع نقطه بمعنى أن النقط التى لا تمر منها نجوم فى لحظة تمر منها نجوم أخرى فى

كانها ثابتة لا تتحرك^(١)

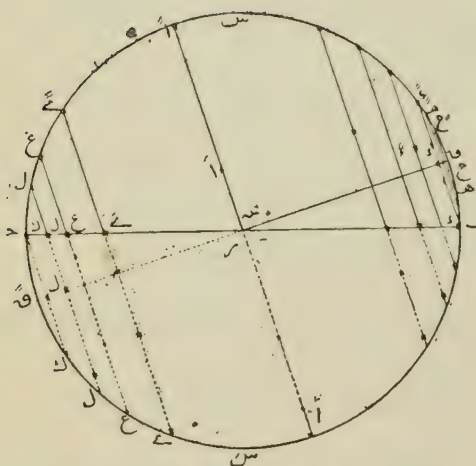
ثانياً — أن بعضها يشرق ويغرب بمعنى أنه يظهر من جهة الشرق ثم يرتفع شيئاً فشيئاً الى كبد السماء ثم ينخفض كذلك الى أن يختفي في الغرب

ثالثاً — خطوط سير النجوم كلها على الكرة السماوية عبارة عن أقواس دوائر متوازية غير متساوية

رابعاً — هذه المدارات المتوازية ذات قطب ظاهر هو نقطة غير متغيرة في السماء شمالاً

خامساً — النجوم على اختلاف ابعادها من هذه النقطة القطبية تقطع مداراتها الغير متساوية في مدة واحدة كأنها متأثرة بقوة واحدة

الاحظة التي تليها . وترى أيضاً . أن الاشكال المكونة من بعض هذه النجوم وبعض النجوم الأبدية الظهور . وابعادها . لا تتغير مدة ظهورها وكذا مع تتابع الأيام . ومن هنا . يعلم أن جميع النجوم تتم مداراتها بمرورها تحت الارض بدون مانع



(شكل ٣)

ويشاهد أن النجوم التي تشرق يوماً في آن واحد من نقط . لا تزال تشرق سوية في كل آن من هذه النقط بعينها مع حفظ أشكالها وابعادها كأنها متأثرة بقوى متوازية . وكل منها منوط بسرعة مناسبة لمداره بحيث تقطع مداراتها الغير متساوية $د$ $ح$ $ك$ $ل$ $م$ $ن$ في زمن واحد هو يوم تقريباً

(١) عدم حركة هذه النقطة الشمالية ظاهري وسيأتي أنها تنتقل بتغير اتجاه محور العالم ببطء عظيم في الازمنة المتوالية

سادسا — النجوم ترسم مداراتها حول خط ممتد من هذه النقطة القطبية الشمالية. يميل على أفق القاهرة. ويمر بمركز هذه المدارات ومركز الكرة السماوية. حتى يلاقى السماء في نقطة مقابلة للنقطة الشمالية جنوبا سابعاً — هذه المدارات مع توازيها وعدم تساويها يقطعها الأفق الى أقسام غير متساوية غالباً ولا متناسبة

ثامناً — النجوم تقطع مداراتها الغير متساوية في مدة واحدة بسرعات غير متساوية

مخبر العالم — ينتج مما تقدم أنه الخط المار بمركز الكرة السماوية ومراكز المدارات النجمية. الملاقى للسماء في نقطتين متقابلتين شمالاً وجنوباً. وينتظم حوله حركة النجوم اليومية^(١)

(١) كما يظهر لك وأنت تنظر الى السماء أن بعض النجوم أبدى الظهور وبعضها يشرق ويغرب ويسبح على كرة السماء الزرقاء. كذلك. لعدم المميزات. يظهر لك أن النجوم جميعها ثابتة فوق كرة السماء وهي التي تتحرك حول خط π شكل (٣) وهو مائل على مستوى الأفق π ويمر بمركز هذه الكرة التي ظهر أن النجوم مثبتة عليها ويلاقى سطحها في نقطتين متقابلتين احدهما شكل (١) و (٣) ترى في بلادنا فوق الأفق في جهة الشمال قريبة من النجوم التي تشاهد كأنها معدومة الحركة وتسمى بالقطب الشمالى

والثانية π شكل (٣ و ٢) توجد في جهة الجنوب غير أنها لا تنظر بسبب اختفائها تحت الأفق وتسمى القطب الجنوبى

توضيح آخر — لو تصورنا أن شكل (٣) كرة من الخشب مثلاً وأديرنا كما يدار الخذروف (النحلة التي يلعب بها الصبيان) من الشرق الى الغرب على سنّها. وليكن القطب الجنوبى. لوجدنا أن الكواكب تدور في مدارات متوازية غير متساوية حول خط مار في مراكزها من القطب الشمالى الى القطب

القطبان السماويان — هما محلا تلاقى محور العالم بالكرة السماوية
شمالا ويسمى (القطب الشمالى) وجنوبا ويسمى (القطب الجنوبى)
سمت الرأس — سمت القدم — الرأسى
رأسى أى مظهره — هو الخط الذى يأخذ اتجاه خيط الزصاص
(ميزان البنا) فى ذلك المكان ويمر بمركز الأرض ، ويلقى السماء فى
نقطتين متقابلتين . احدهما أعلا وتسمى (سمت الرأس أو سمت)
والثانية أسفل وتسمى (سمت القدم أو النظير)^(١)

الفصل الثانى

الآفاق — الدوائر — الاعتدالان — المنقلبان

(الآفاق)

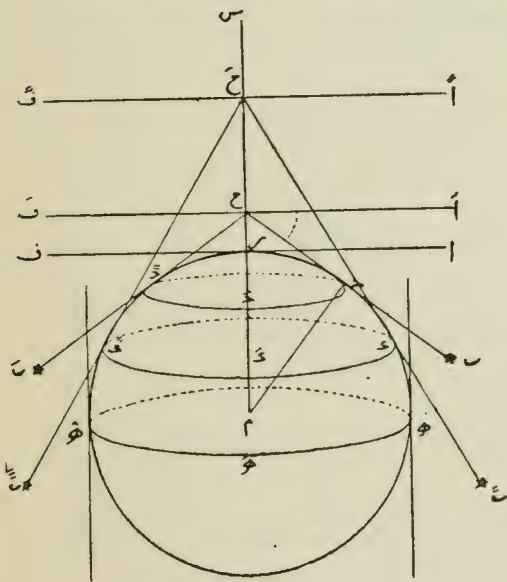
الآفاق — الآفاق الظاهرى — الآفاق الحقيقى — الآفاق الحسى
الآفاق الرياضى — تغير الآفاق والسمت — تغير الآفاق بتغير منظر السماء
انتقال الآفاق بحركة الأرض اليوميه يسبب ظواهر حركة النجوم

الجنوبى كما يشاهد لنا فى السطح الظاهرى للخرروف . فأنا نجد أن النقطة
القريبة من رأسه أو سنه ترسم دوائر صغيرة وتكبر هذه الدوائر كلما قربت
من وسطه وتجند أن نقطة رأسه كالثابتة وكذلك تكون نقطة سنه ويمكن
حينئذ تصور ان الخط الواصل بين سنه ورأسه المار من مراكز هذه الدوائر
عديم الحركة ويمثل محور العالم

(١) فى شكل (٤) وأنت فى أفق م يكون الرأسى لك الخط س س وسمت
الرأس س وسمت القدم س وترى الرأسى مارا بموضعك من سطح الأرض م
وبمركز الأرض م

الأفق — هو الدائرة التي يمر الرأسى من مركزها عموديا عليها .
 فاذا حددت نظر الراصد كانت (الأفق الظاهرى) . واذا مر مستويها
 بمركز الأرض كانت (الأفق الحقيقى) واذا مس مستويها سطح الأرض
 فى موضع الراصد كانت (الأفق الحسى) واذا مربعين الراصد كانت
 (الأفق الرياضى)^(١)

تغير الأفق والسمت — تغير موضع الراصد بارتفاعه وانخفاضه
 لا يغير الرأسى ولا الأفق الحسى ولا الحقيقى وانما يغير كلا من الأفق
 الظاهرى والرياضى فقط فيرتفع الرياضى وينخفض الظاهرى بارتفاع



(شكل ٤) س

(١) لو كان موضعك من سطح
 الأرض هو س فى شكل (٤) وبصرتك
 فى ح مثلا يكون الأفق الظاهرى
 فى سطح الأرض ح ح' وهى دائرة
 تماس مخروط الشعاع النظرى ح ب ب'
 لسطح الأرض وفى السماء دائرة تلاقى
 هذا المخروط للسماء عند ب ب'

وما يترأى لنا من انطباق نقطة ب

من السماء على ح من الأرض ونقطة ب على ح' فهى حالة ظاهرى ناشئة من
 عدم ادراك الفراغ الذى بين الأرض والسماء . والأفق الظاهرى هو الذى
 يفصل بين ما يرى وما لا يرى من السماء وينسب اليه الطلوع والغروب عند
 الشرعيين أما الأفق الحقيقى فهو ه ه' فى سطح الأرض فلو امتدت هذه
 الدوائر واتسعت الى السماء كانت هى دائرة الأفق الحقيقى فى السماء وهى
 دائرة عظيمة تقسم الكرة السماوية والأرض الى نصفين متساوين أعلا وأسفل
 وأما الأفق الحسى — فهو الدائرة التى مستويها اف والرياض هو الدائرة
 التى مستويها آف

الراصد وبالعكس اذا انخفض^(١)

وأما انتقال الراصد من مكان الى آخر من سطح الأرض فانه يغير جميع الآفاق وسيأتى بيانه في تغير منظر السماء هذا ويمكن أن يقال بانطباق جميع الآفاق بالنسبة الى الكواكب العلوية والثوابت فالبعدين الحسى والحقيقى مثلاً . الذى هو نصف قطر الأرض . غير محسوس بالنسبة الى الكواكب العلوية والثوابت . وغير

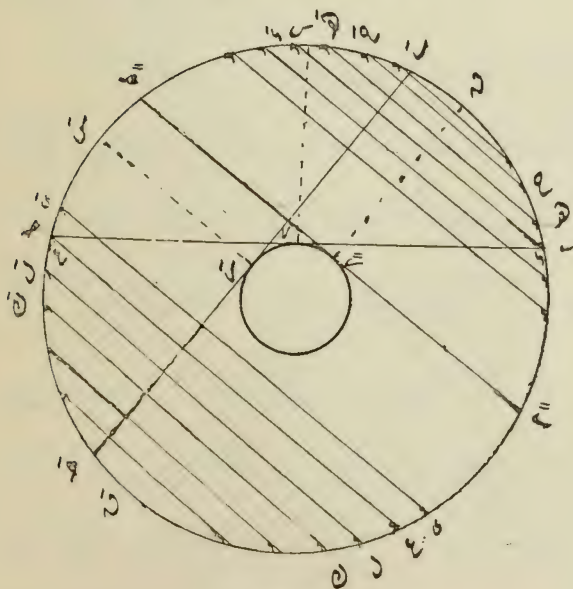
(١) اذا وجد بصري الراصد في \mathcal{M} من سطح الارض شكل (٤) يمكن أن يقال بانطباق الآفاق — الظاهري — والحسى — والرياضى — في المستوى \mathcal{A} ف حينئذ تكون جميع الاشعة النظرية موجودة في مستوى \mathcal{A} مماس لسطح الكرة في نقطة \mathcal{M} وعمود على الخط الرأسى \mathcal{H} . فقد قال الفلكى المصرى العظيم اسماعيل باشا (فى هذه الحالة يتحدد مستوى الافق الظاهري مع المستوى الرأسى \mathcal{A} ويسمى بمستوى الافق الحقيقى واذ مد هذا المستوى يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظيمة تسمى دائرة الافق الحقيقى) وما أدري كيف سماها حينئذ افقا حقيقيا اللهم الا لقطع النظر عن البعدين الحسى والحقيقى (نصف قطر الأرض) بالنسبة الى أبعاد الكرة السماوية الغير محدودة

فاذا ارتفع الراصد حتى كان بصره فى نقطة \mathcal{H} انفصل الأفق الظاهري وكان فى سطح الأرض \mathcal{H} وفى السماء محل تلاقى الشعاع النظرى \mathcal{H} بالسماء عند \mathcal{B} وصار الافق الرياضى \mathcal{A} والحسى \mathcal{A} — وكذلك الحال اذا ارتفع الى نقطة \mathcal{H} حيث يصير الرياضى له \mathcal{A} والظاهري فى الأرض \mathcal{H} وفى السماء دائرة تلاقى المخروط النظرى بها عند \mathcal{B} وهكذا الى أن يرتفع فى بعد لانهاية له فان المخروط النظرى يستحيل الى اسطوانة مماسة لسطح الأرض فى دائرة عظيمة هى الافق الحقيقى \mathcal{H} — وحينئذ لا تحجب الارض عنه من السماء الا قرصاً صغيراً .

معتد به في الشمس . ويعتد به في القمر لقربه اهـ جرجاني
 « تنبيه » وقع في كلام المتأخرين اطلاق الأفق الحقيقي على الرياضي
 والرياضي على الحسي واطلاق الأفق على المستويات لاعلى الدوائر
 تغير الافق بغير منظر السماء - اذا ارتفع الراصد من مكانه من
 سطح الأرض ينخفض حينئذ الأفق الظاهري ويصير المنظور له من
 السماء أوسع ومن النجوم أكثر ولذا يرى الكواكب بعد غروبها
 وقبل شروقها ^(١)

وأیضا اذا مر الراصد من أفق إلى آخر بأن يسير من القاهرة
 مثلا متجها نحو الجنوب فانه ينتقل سمته معه ويختفي هو تحت الأفق
 الأول . ويكتشف في جهة الجنوب . نجوما من المنطقة التي لم تكن
 مرئية له من قبل وفي جهة الشمال يرى بعض النجوم التي كانت أبدية
 الظهور في الأفق الأول . تشرق وتغرب . وكذا تتسع منطقة النجوم
 الشارقة والغاربة ^(٢)

(١) ففي شكل (٤) ترى الراصد لما ارتفع من ح الى ح' تلاقي المخروط



(شكل ٥)

النظري بالسماء في ب ب' بعد أن
 كان متلاقيا معها في ب ب' .
 فصار نصف القوس المنظور له من
 السماء ب ب' بعد أن كان ب ب'
 وزاد عدد الكواكب المرئية له
 بمقدار القوس ب ب'

(٢) لو كنت واقفا في س
 شكل (٥) وسمت الرأس لك س
 والأفق ب ب' ترى الكواكب

واذا توجه الراصد سائراً نحو الشمال . حصل العكس واتسعت منطقة النجوم الأبدية الظهور . واختفى عنه بعض النجوم التي كانت ظاهرة له في أفق الجنوب . أو تظهر على قوس صغير ثم تختفي بسرعة^(١)

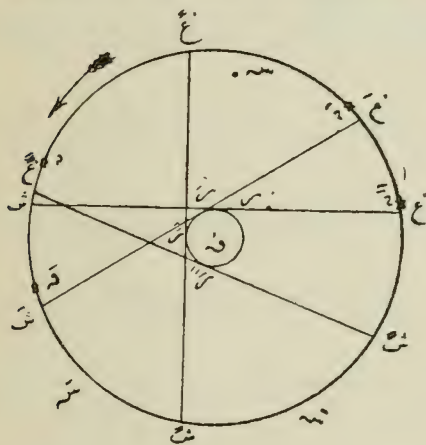
انتقال الأفق بحركة الأرض اليومية بسبب حركة النجوم الظاهرية -
 فإذا تصورنا أن الأرض تسير بهذا الراصد بسبب حركتها اليومية من
 الغرب الى الشرق وأن الأفق ينتقل ويدور معه طوعاً لهذه الحركة .
 وان الكرة السماوية والاجرام العلوية . ثابتة لا تتحرك . وما يرى من
 دورانها من الشرق الى الغرب فظاهرى كما أثبتته العلم الجديد وسيأتى
 بيانه . فحينئذ يسهل علينا . تصور أن ظهور الكواكب وخفائها

ح ح ه ه و و في الشمال أبدية الظهور. وفي الجنوب تكون الكواكب
ع ع ل ل ك ك أبدية الخفاء وترى كواكب المنطقة التي بين هاتين
المنطقتين كلها تشرق وتغرب ؟

فاذا سرت نحو الجنوب الى الموضع ح يتغير السميت الى س والأفق الى ب ح . وحينئذ تصير أنت تحت الأفق الأول ب ح ويتغير منظر السماء حيث يصير المرئي لك من السماء هو القوس ب س ح . وتتسع منطقة الكواكب التي تشرق وتغرب . ففي الشمال ترى الكواكب ح ح هـ هـ و و ز . بعد أن كانت أبدية الظهور في الأفق ب ح صارت تختفي في الأفق ب ح . فتغرب وتشرق . وفي الجنوب ترى الكواكب ع ع ل ل ك ك تظهر فوق هذا الأفق فتشرق وتغرب . بعد أن كانت أبدية الخفاء

(١) فاذا سرت نحو الشمال الى الموضع α تغير السميت الى β والافق الى β^H ويصير المنظور من السماء القوس $\beta^H \alpha^H$ وتتسع منطقة الكواكب الأبدية الظهور ويختفي كثير من الكواكب التي كانت تشرق وتغرب جهة الجنوب . ويرسم بعضها فوق الافق قوساً صغيراً

فى أفق أى شخص انما هو بسبب انتقال الافق ودورانه من الغرب الى الشرق بسبب الحركة الأرضية اليومية . فيرى أن النجوم كأنها هى التى تدور من الشرق الى الغرب ولذلك كانت النتيجة من دوران الارض من الغرب الى الشرق أو دوران النجوم فى جهة معاكسة لها واحدة فى انشاء ظواهر حركة النجوم اليومية ^(١)



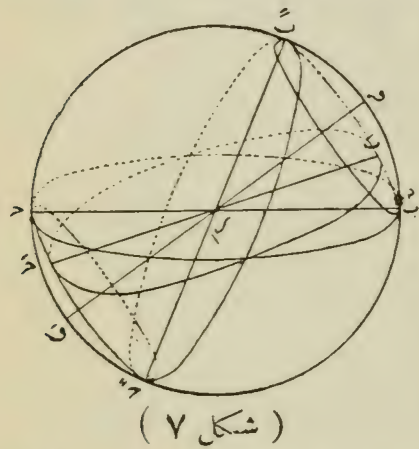
(شكل ٦)

(١) فاذا فرض أن الراصد فى نقطة س من سطح الارض س س س (شكل ٦) و الافق له غ س و ان س و بعض نجوم موجودة نحو الشرق س و و نجوم أخرى موجودة نحو الغرب غ . و أن النجوم ثابتة والارض دائرة حول محورها المنسقط عوديا على مستوى الشكل و نقطة و (مركز الدائرة)

فى جهة عكسية لجهة الحركة الظاهرية للكوكب أعنى أنها دائرة من الغرب الى الشرق . وحينئذ يظهر لهذا الراصد جميع النجوم التى فوق أفقه س غ لانه هو الذى يحدد نظره ويتوارى عنه جميع النجوم التى تحته ولما كان هذا الافق س غ يتبع الارض فى حركتها اليومية من وضعه س غ الى س غ فيبعد عن النجمة و التى كانت بالقرب من حافته الشرقية فى الوضع الاول (ويرى أنها هى التى ترتفع) والنجمة و التى كانت مخفية نحو الشرق تظهر فوقه والنجمة و التى كانت فوق حافته الغربية تختفى تحته والنجمة و التى كانت عالية نحو الغرب تأخذ فى الانحطاط الى قرب حافته . وهكذا حتى يصير الافق فى وضع س غ عمودا على وضعه الاول فتظهر النجمة و فى غاية ارتفاعها تقريباً ثم تأخذ فى الانحطاط وتختفى حين يصير الافق فى وضع س غ . وما تقدم يحصل لو كان الراصد على خط الاستواء . وافقه موازى لمحور الدوران (محور الارض الذى تنظم حوله حركتها اليومية) .

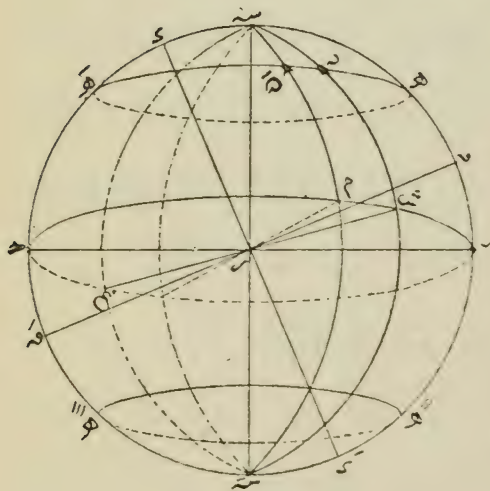
* تنبيهات

- (١) المقنطرات — هي الدوائر الموازية لدائرة الأفق . وهي تصغر كلما قربت من قطبيها . سمي الرأس والقدم ^(١)
- (٢) الرأسيات أو دوائر السموت — هي الدوائر المارة بسمي الرأس والقدم . العمودية على الأفق . وأول الرأسيات . الدائرة المارة بنقطتي المشرق والمغرب . وهذه الدائرة هي المعتبرة مبدأ لكل الرأسيات ^(٢)



وأما اذا كان محور الدوران $ص\ ح$ (شكل ٧) مائلا على مستوي الافق $ب\ ح$ كما يرى في بلادنا فان النجوم المحصورة في الزوايا الواقعة بينهما $ص\ ح$ ترى ظاهرة دائما . ولما كان مستوى الافق $ب\ ح$ يرسم مخروطا في دورانه مع الارض حول محور العالم ويشغل أوضاعا

مثل $ب\ ح\ و\ ح$ شوهد ارتفاع تلك النجوم وانخفاضها تبعا لبعدها عن الافق وقربها منها كالنجمة $د$ مثلا حيث تظهر أنها ترسم دائرة تامة عمودية على محور الدوران وهكذا سائر نجوم هذه المنطقة



(١) ففي (شكل ٨) الدوائر الصغار

مثل $ه\ ه\ و\ ه\ ه$ الموازية للافق $ب\ ح$ غ تسمى (المقنطرات) . فما كان منها فوق الافق يدعى . مقنطرات الارتفاع . وما كان تحت الافق يدعى . مقنطرات الانخفاض وهذه الدوائر تحدد الارتفاعات

- (٢) كل دائرة مثل $س\ م\ س$ تمر بسمي الرأس والقدم $س\ س$ وكوكب $م$ عمودية على الأفق $ب\ س\ ح$ غ تسمى (دائرة رأسية) ويسمى سطحها

(٣) الزاوية السميتية — هى الزاوية المحصورة بين مستوى أى دائرة رأسية ومستوى أول الرأسيات . بشرط أن لا يزيد عن ربع الدائرة . وتقدر بقوس من دائرة الأفق يسمى (قوس السميت أو السميت)^(١)

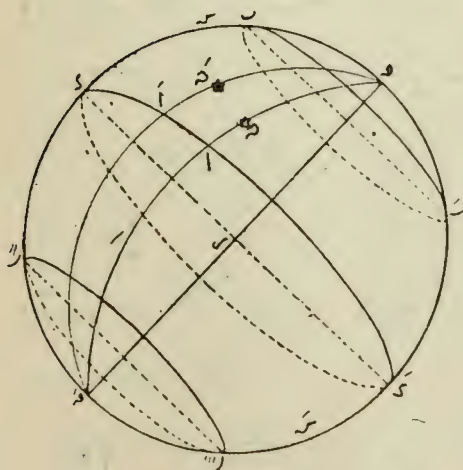
(٤) السميت — هى القوس المتممة للزاوية السميتية وهى التى بين تلك الدائرة الرأسية واحدى نقطتى الشمال والجنوب . بشرط أن تقل عن الربع (الدوائر السماوية)

دائرة معدل النهار — دائرة نصف النهار — دائرة وسط منطقة البروج — مدار السرطان — مدار الجدى

دائرة معدل النهار : — هى الدائرة العمودية على محور العالم ، ومركزها مركز الكرة السماوية^(١)

(مستويا رأسيا) وأحداها المارة بنقطتى المشرق والمغرب س س غ تسمى (أول الرأسيات)

(١) فى (شكل ٨) الزاوية الزوجية س س م أو س س م المحصورة بين الدائرة الرأسية س س م المارة بالكوكب هـ . وبين أول الرأسيات س س س تسمى (الزاوية السميتية) وتقدر بالقوس س س م من دائرة الأفق ويسمى بقوس السميت أو السميت .



(شكل ٩)

(١) فى (شكل ٩) اذا كان محور الدوران (محور العالم) هـ هـ و الكرة السماوية س س ومركزها م فالمستوى المار بالمركز العمودى على هـ هـ . يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظيمة و هـ . وهى دائرة معدل النهار . فهذه الدائرة تقسم الكرة السماوية الى نصفين

وسميت بذلك لأنه عند حلول الشمس فيها يعتدل الليل والنهار في جميع الأماكن التي يساويان فيها يوماً شمسياً . وهي دائرة عظيمة يقسم مستويها الكرة السماوية إلى نصفين متساويين شمالاً وجنوباً

تقسيم دائرة المعدل : — تعتبر هذه الدائرة مقسمة إلى ٣٦٠ وكل

درجة إلى ٦٠ . وكل دقيقة إلى ٦٠ . وكل ثانية إلى ٦٠ وهكذا

ولأن الأرض تم دورتها اليومية في ٢٤ ساعة زمانية تقريباً أمام هذه الدائرة . يمكن اعتبارها أيضاً مقسمة إلى ٢٤ ساعة . وكل ساعة إلى ٦٠ زمانية وكل دقيقة إلى ٦٠ زمانية وهكذا

$$\text{وبناء عليه تساوي الساعة } \frac{360^\circ}{24 \text{ ساعة}} = 15^\circ \text{ تساوي الدرجة } \frac{60 \times 24}{360}$$

= ٤ زمانية

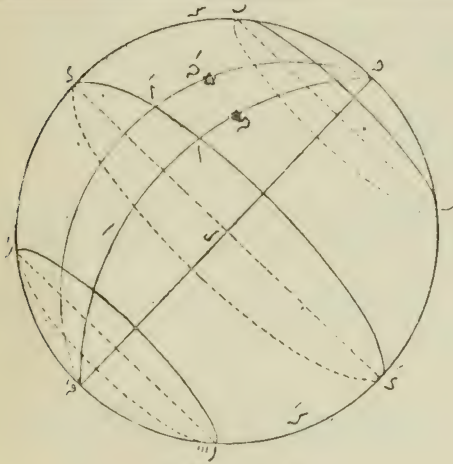
* تنبيه : دوائر الميل أو الموازيات : — هي الدوائر الموازية لدائرة المعدل فتكون عمودية على محور العالم أيضاً . وتأخذ في الصغر كلما قربت من القطبين ^(١)

دائرة نصف النهار — خط الزوال وكيفية تعيينه — الجهات الأصلية

متساويين . أحدهما شمالي لاشتماله على القطب الشمالي و الآخر جنوبي لاشتماله على القطب الجنوبي و

(١) فإذا تصورنا مستويات موازية لمستوى دائرة المعدل (شكل ٩) فأنها تقطع الكرة في دوائر صغيرة بـ بـ كـ ر . عمودية على محور العالم . وموازية لدائرة المعدل تسمى : الموازيات أو دوائر الميل : ويشاهد صغرها كلما قربت من القطبين

دائرة نصف النهار وتسمى خط الزوال السماوي : — هي الدائرة المارة بطرفي محور العالم وسمي الرأس والقدم^(١) وسميت بذلك لأنه عند حلول الشمس فيها . ينتصف النهار ، ويحصل الزوال . وهي دائرة عظيمة تقسم الكرة السماوية . ودوائر



(شكل ٩)

(١) تمهيد : يمكن أن نأخذ من جميع نقط دائرة المعدل (شكل ٩) مستويات مارة بمحور العالم . فتقطع الكرة السماوية في دوائر عظيمة مارة بالقطبين تسمى (الدوائر أو الخطوط الجانبية أو الساعية) فالدائرة الجانبية

أو الساعية لنجمة ما هي الدائرة العظيمة $ا ب ج د$ المارة بالقطبين $ا ب$ و $ج د$ وبالنجمة $هـ$ المذكورة . والزاوية $ا هـ ب$ المحصورة بين كل مستويين جانبيين مثل $ا ب ج د$ و $ا ب هـ د$ تسمى (الزاوية الساعية) وتقدر بالقوس $ا ب$ من دائرة المعدل المحصور بين هذين المستويين . وتحسب من خط نصف النهار الى الغرب من . الى ٣٦٠°

فلو فرضنا احدى هذه الدوائر الجانبية مارة أيضاً بسمي الرأس والقدم بأن تكون متعلقة بأفق الراصد دائماً . عمودية عليه . تابعة لحركة الأفق مع الأرض من الغرب الى الشرق لا لحركة الكرة السماوية الظاهرية من الشرق الى الغرب . سميت حينئذ هذه الدائرة (دائرة نصف النهار أو خط الزوال السماوي) فالدائرة العظيمة $ا ب ج د$ و $ا ب هـ د$ (شكل ٩) المارة بطرفي محور العالم . هي دائرة جانبية أو ساعية اذا لم يفرض مرورها بسمي الرأس والقدم $س س$ وثباتها بثباتهما . وتكون (دائرة نصف النهار) اذا تصورنا مرورها بهما دائماً عمودية على الأفق $ب ش ح غ$ (شكل ٨) وحينئذ تقسم جميع دوائر الميل أو مدارات النجوم الى قسمين متساويين

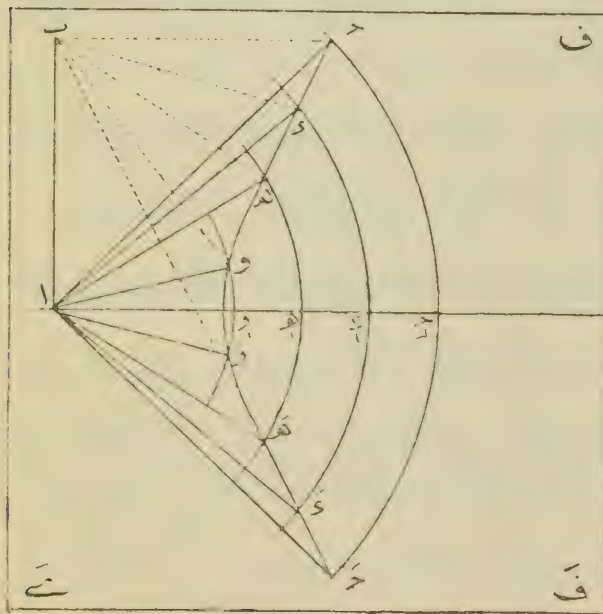
الكواكب . والنجوم اليومية . وما فوق الأفق من أقواس هذه الدوائر .
الى نصفين متساويين

وحينما توجد الكواكب والنجوم على هذه الدائرة فوق الأفق .
يقال انها في أعظم ارتفاعها ، في المتوسط ، في المرور العلوى ، في الزوال
الحقيقي بالنسبة الى الشمس

* **خط الزوال الجغرافي :** — هو أثر مستوى دائرة نصف النهار
على سطح الارض فهي تسامته في السماء

* **تعيين خط الزوال** — له جملة طرق منها (١) طريقة الظلال المتساوية
(٢) طريقه الارتفاعات المتطابقة (٣) البوصلة

طريقة الظلال المتساوية : — لذلك نرغب ظل شاخص قد وضع في
مركز جملة دوائر متوازية مرسومة على مستوى افقى . ونعلم بعلامات في نقط
حلول طرف ظل هذا الشاخص على محيطات هذه الدوائر قبل الظهر وبعده .
فمنصف الأقواس المحصورة بين نقط قبل و بعد الظهر هو « خط الزوال »^(١)



(شكل ١٠)

(١) ففي (شكل ١٠) اذا
فرض موقع الشاخص العمودى
على المستوى الافقى ف ف ي
مركز امتداد جملة دوائر متوازية
مع ضبط هذا المستوى بميزان
الماء والشاخص بميزان الرصاص .
ثم انتظر وقت وجود ظل
الشاخص على كل من هذه
الدوائر قبل الزوال وبعده .

طريقة الارتفاعات المتطابقة : — لذلك نرصد نجمة بنظارة بعد شروقها وقبل غروبها بزمنين متعدين . أى وهي على ارتفاع مناسب قبل وبعد التوسط . فنصف الزاوية الحادثة من شعاعى النظارة فى هذين

فكانت نقط $ح\ و\ ه\ و\ و$. هى محلات طرف الظل $ا\ ح\ و\ و\ ا\ ه\ و\ و$. على تلك الدوائر قبل الزوال . وكانت نقط $ح\ و\ ه\ و\ و$. محلات تقابل طرف الظل $ا\ ح\ و\ و\ ا\ ه\ و\ و$. على الدوائر بعينهما بعد الزوال وبما أنه عند وجود الشمس على ارتفاعات متساوية قبل الزوال وبعده تكون موجودة على دوائر ساعية متساوية الأبعاد بالنسبة الى دائرة نصف النهار تقريباً قبل الزوال وبعده . خصوصاً اذا كانت الشمس قريبة من المنقلبين . ومعلوم أن للظلال المتناظرة مثل $ا\ ح\ و\ و\ ا\ ه\ و\ و$. هى اثرات مستويات الدوائر الساعية المتناظرة . فيلزم أن تكون نقط تقابل هذه الظلال بالدوائر حول الشاخص على ابعاد متساوية من خط الزوال لانه أثر دائرة نصف النهار وبناء على ما تقدم لو نصفنا الاقواس $ح\ و\ و\ ه\ و\ و$. المحصورة بين نقطى تقابل طرف الظل بكل دائرة قبل الزوال وبعده . كان الخط المنصف لتلك الاقواس (المار من النقط $ح\ و\ ه\ و\ و$ وموقع الشاخص) هو (خط الزوال)

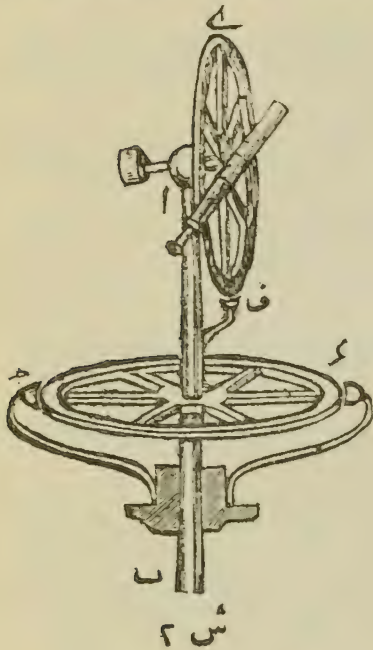
|||

أى أثر مستوى دائرة نصف النهار على المستوى الافقى $ف\ ف\ ي\ ي$ وهذه الطريقة تقريبية غالباً . لأن الشمس وان كانت تشترك مع سائر النجوم فى الحركة اليومية الا أن مدارها اليومى لا يوازي دائرة المعدل فيما بين الشروق والغروب لأن بعد مركزها عن القطب يتغير فى مسافة يوم اللهم الا اذا كانت الشمس قرب المنقلبين فان هذا التغير يكون قليلاً يمكن اهماله وسيأتى بيانه

الرصدين هو (خط الزوال)^(١)

الموصلة : - هي عبارة عن ابرة ممغنطة محمولة على محور رأسى

(١) أحسن ما يستعمل لذلك نظارة (التيودوليت شكل ١١) وهي تتركب



(شكل ١١)

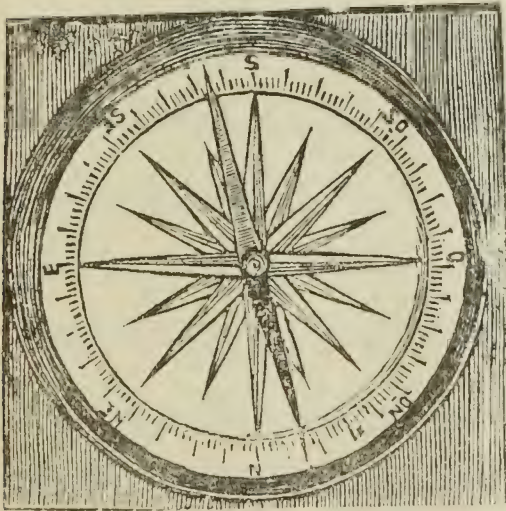
من دائرتين مدرجتين . احداها ي ف رأسية
وتتحرك حول محور أفقى . وتحمل نظارة
تتحرك كذلك فى مستويها وعلى حافة هذه
الدائرة يقاس البعد السمى ل أى نجمة . .
ثانيتهما دائرة ح د وهى أفقية وتحمل عضادة
تتحرك حول مركزها . والمحور الأفقى الذى
تتحرك حوله الدائرة الرأسية محمول على محور
رأسى ا ب قائم فى مركز الدائرة الأفقية ح د
وتتحرك الدائرة الرأسية حوله بحيث يمكن

وضع مستويها فى مستو رأسى حيثما اتفق فتتبع العضادة هذه الحركة . ووضع
العضادة فى كل لحظة يدل على الزاوية السمىة للدائرة الرأسية متى كانت الآله
موطنه . بحيث يكون صفر تقاسيم الدائرة ح د منطبقا على نقطة الأفق التى
يقطعه فيها مستوى أول الرأسيات وبواسطة المسامير المقلوطة الموجودة فى
كرسى الآله مع الموازين ذات الفقيعة الهوائية يجعل المحور ا ب رأسيا بالضبط
وكيفية استعماله لتعيين خط الزوال : - نرغب به نجمة بعد شروقها بمن
ما أى وهى على ارتفاع موافق ونعلم سمت الدائرة الرأسية . بأن نقرأ الرقم
الواقعة عليه العضادة فى هذا الوضع . ثم بعد أن نثبت النظارة على ما هى عليه حين
هذا الرصد من ميلها على الدائرة الرأسية . تدار الدائرة الرأسية فى جهة الحركة
اليومية حول المحور الرأسى حتى يتسیر بعد مسافة زمنية رؤية هذه النجمة
من جديد فى بورة النظارة . واليعلم أن فى هذه اللحظة تكون النجمة على
ارتفاع مساو للذى كان لها فى لحظة الرصد الأول . ثم يعلم سمت الدائرة
الرأسية فى هذا الوضع أيضاً

مرتكز على مستو أفقى مدرج . ولاستعمالها لتعيين خط الزوال يجب أن يعلم الانحراف المغناطيسى للمحل الجارى فيه الرصد . أعنى الزاوية التى يصنعها اتجاه الأبرة مع خط الزوال . ومقداره فى مصر ٥° نحو الغرب . ولأنه يتعذر رصد الشمس أو النجوم فى غالب الأوقات بسبب السحب أو الضباب ^(١) كانت هذه الآلة ضرورية

ومن حيث أن العضادة تمثل شعاعى النظارة فى الرصد على الدائرة الأفقية فاذا رسم منصف الزاوية المحصورة بين القراءتين فى وضعى العضادة . أى منصف الزاوية التى دارت بها الدائرة الرأسية كان هو (خط الزوال) . وأيضاً لو جعلت العضادة على منصف القوس المحصور بين القراءتين كان وضعها (خط الزوال) بالضبط وكان وضع الدائرة الرأسية هو مستوى دائرة وسط النهار (١) والآلة المستعملة لذلك هى بوصلة الانحراف (شكل ١٢) فاذا كانت

شمال



جنوب

(شكل ١٢)

الزاوية . التى يصنعها اتجاه الأبرة مع خط الزوال معلومة بالنسبة لمحل التعيين التى قدرها فى مصر ٥° تقريباً نحو الغرب تدار الآلة الى أن تصير فى اتجاه غرب خط الشمال والجنوب بتلك الزاوية وحينئذ يكون اتجاه هذا الخط هو (خط الزوال)

ولأن الانحراف يتغير من بلد الى آخر ومن سنة الى أخرى فى المحل الواحد . استعمل الملاحون جداول تدلهم على مقدار هذا التغير لجميع البحار التى يسرون فيها

الجهات الأصلية — طرف خط الزوال الذي في اتجاهك وأنت تشاهد القطب الشمالى السماوى يعين (نقطة الشمال) بالضبط . والطرف الآخر يعين (نقطة الجنوب) كذلك . فلو أقمْتَ خطاً عمودياً على خط الزوال يعين طرفه الذى على يمينك . (نقطة الشرق) والطرف الآخر (نقطة الغرب) وهذه هي الجهات الأصلية ^(١)

دائرة وسط منطقة البروج وتسمى الدائرة الكسوفية : — هي دائرة عظيمة تتجه من الشمال الشرقى الى الجنوب الغربى تقريبا . تميل على دائرة المعدل بزاوية قدرها ($28^{\circ} 23'$) وعلى محور العالم بتمام (90°)

(١) تعلق مستوى الزوال بالأفق وثبوت بثبوت محور العالم جعله صالحا لأن يجعل مبدأ تعدد منه الزوايا السميتية ولذلك جعله بعضهم أول الرأسيات . ونهايتا خط تقاطعه بمستوى الأفق أى خط الزوال هما الجنوب والشمال . والمستوى الرأسى العمودى على مستوى الزوال يعين بتقاطعه مع الأفق نقطتى الشرق والغرب وهذه الجهات الأربع وهى الشمال والشرق والجنوب والغرب تسمى النقط الأربع الأصلية

ففى (شكل ١٢) لو فرضنا الخط المكتوب عليه شمال جنوب (خط الزوال) وكان طرفه المكتوب عليه (شمال) أمامك وأنت تشاهد القطب الشمالى . كان متجها . . الى نقطة الشمال تماما . وطرفه الآخر الى نقطة الجنوب تماما . والخط المكتوب عليه (شرق غرب) العمودى على خط الزوال يعين طرفه الذى على يمينك نقطة الشرق والذى على يسارك (نقطة الغرب)

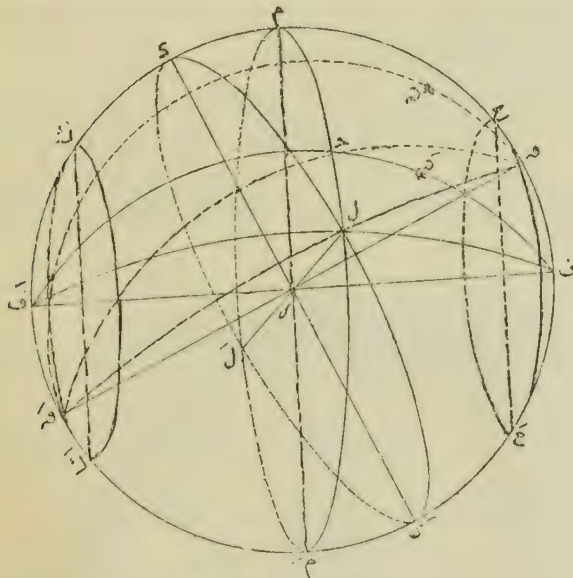
ولهذه الجهات الأربع تنسب الاتجاهات المتوسطة . فاذا نصفت الزوايا الأربع الواقعة بين خط الزوال والعمودى عليه يتحصل على النقط الفرعية وهى الشمال الشرقى والشمال الغربى والجنوب الشرقى والجنوب الغربى . وبقسمة كل من هذه الزوايا الى قسمين متساوين مرتين يتحصل على ٣٢ اتجاها تسمى وردة الرياح

فلها محور وقطبان غير محور العالم وقطبيه ^(١) وهي المدار الظاهري الذي ترسمه الشمس في مدة سنة تقريباً وسيأتى بيان تسميتها بهذين الأسمين .

* تنبيهات

«الأول» خطوط الطول السماوية : — هي الدوائر العمودية على الدائرة الكسوفية المارة بقطبيها ^(٢)

«الثاني» خطوط العرض السماوية : — هي الدوائر الموازية للدائرة الكسوفية ^(٣)



(شكل ١٣)

(١) ففي (شكل ١٣) اذا فرض أن γ و δ دائرة المعدل . فان دائرة $\mu\mu$ المارة بمركز الارض μ المائلة على دائرة المعدل بزاوية γ و δ مأخوذة على الخط الجانبي نحو القطب الشمالي بزاوية مقدارها $(23^\circ 28')$ تمثل الدائرة الكسوفية . واذا مددنا مستقيماً عمودياً على

مستوى الدائرة الكسوفية ماراً بمركزها μ كان هو محور الدائرة الكسوفية ويقابل الكرة السماوية في نقطتين من الخط الجانبي γ و δ هما قطبا هذه الدائرة (٢) اذا مررنا بجميع نقط الدائرة الكسوفية وقطبيها مستويات قاطعة للكرة السماوية تقطعها في دوائر عظيمة نحو γ و δ و γ و δ تسمى خطوط الطول السماوية

(٣) اذا قطعت الكرة السماوية بمستويات موازية لدائرة وسط منطقة فلك البرج فانها تقطع الكرة المذكورة في دوائر صغيرة γ و δ و γ و δ تسمى

الاعتدالين : — هما نقطتا تقابل الدائرة الكسوفية بدائرة المعدل على قطر واحد يسمى بخط الاعتدالين . فما كانت حركة الشمس منه الى شمال دائرة المعدل يدعى (الاعتدال الربيعي) عند أهل العروض الشمالية وما كانت الحركة منه الى الجنوب يدعى (الاعتدال الخريفي)^(١) وسميا بذلك : لانه عند حلول الشمس بهما توجد على دائرة المعدل . ويؤرى أنها رسمتها في هذا اليوم ويستوى الليل والنهار ويبتدىء فصلا الربيع والخريف

المنقلابين : — هما نقطتا تقابل الدائرة الكسوفية بطرفي الخط العمودي على قطر الاعتدالين . وفيهما يكون للشمس أعظم بعد و ميل عن دائرة المعدل . فما كان منهما شمال دائرة المعدل فهو (المنقلب الصيفي) عند أهل العروض الشمالية وما كان جنوبها فهو (المنقلب الشتوي)^(٢)

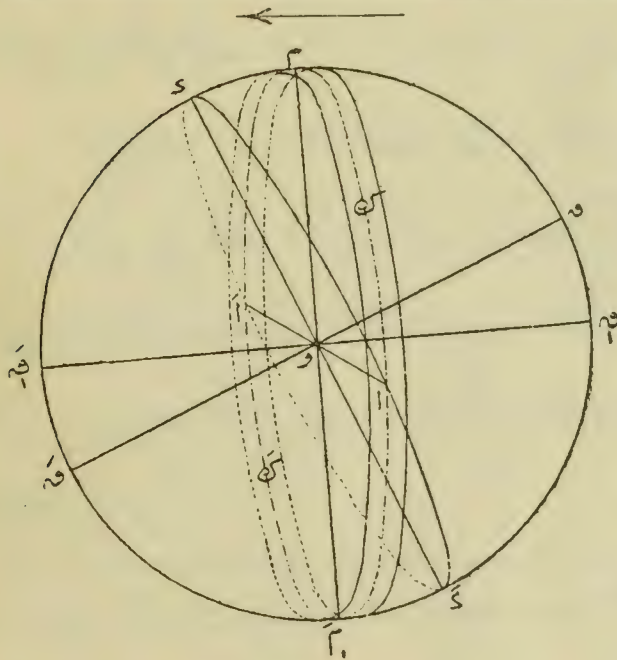
(خطوط العرض السماوية) وتأخذ هذه الدوائر في الصغر كلما قربت من قطبي المنطقة ف و ف

(١) الدائرة الكسوفية تقابل دائرة المعدل في نقطتين متناظرتين ل و ل (شكل ١٣) احدهما ل تسمى (نقطة الاعتدال الربيعي) . وهي التي توجد بها الشمس على دائرة المعدل عند مرورها من القطب الجنوبي الى الشمالي . والاخرى ل وتسمى (نقطة الاعتدال الخريفي) . وهي التي تحل بها الشمس عند مرورها من النصف الشمالي الى الجنوبي والخط ل ل يسمى (خط الاعتدالين) . وزاوية ميل الدائرة الكسوفية و م م على دائرة المعدل تسمى (الميل الأعظم)

(٢) فاذا أقمنا من مركز الكرة السماوية و (شكل ١٤) وفي مستوى

وسميا بذلك : لأنه عند حلول الشمس فيهما . ترى كأنها واقفة ثم تنقلب في حركتها وتتجه الى الجنوب بعد الشمال وإلى الشمال بعد الجنوب . ويبتدى فصل الصيف والشتاء

منطقة فلك البروج - هي شبه شريط من سطح الكرة السماوية عرضها ١٨° تقريبا يتوسطها الدائرة الكسوفية وتنحصر بين دائرتين موازيتين لها^(١)



(شكل ١٤)

الدائرة الكسوفية ك خط عموديا على خط الاعتدالين ١١ . فانه يقابل محيط هذه الدائرة في نقطتين م في نصف الكرة الشمالي وتسمى (المنقلب الصيفي) و م في الجنوبي وتسمى (المنقلب الشتوي) وخطا الاعتدالين والمنقلبين يقسمان الكرة السماوية الى أربعة أقسام

متساوية تسمى (فصولا) وتتحرك الشمس على الدائرة الكسوفية كما هو مبين بالسهم من الاعتدال الربيعي الى المنقلب الصيفي م الى الاعتدال الخريفي الى المنقلب الشتوي م الى الاعتدال الربيعي وهكذا وسيأتى بيانه تفصلا (١) هذه التسمية قديمة وكانت معروفة في مصر واليونان انها محل السير للشمس والسيارات الأصلية على القبة السماوية . ويقدرّون عليها مواقعها وطول حركاتها ولم يزل الى الآن وقدماء الفلكيين لما امكنهم معرفة الصور التي تقطعها الشمس بحركتها السنوية قسموا الدائرة الكسوفية ومنطقة فلك البروج الى هذه الاثنى عشر جزءا لتعيين الأوضاع المتتالية التي تشغلها الشمس في مدة سنة . وسموها بأسماء الصور الكوكبية المطابقة لها في ذاك الوقت وهي

تقسم منطقة فلك البروج - تنقسم هذه المنطقة بالابتداء من الاعتدال الربيعي الى ١٢ برجاً متساوية. ثلاثة منها ربيعية و ثلاثة صيفية و ثلاثة خريفية و ثلاثة شتوية وكل برج منها ثلاثون درجة وهالك أسماؤها بترتيبها من الاعتدال الربيعي الحمل - الثور - الجوزاء السرطان - الأسد - السنبلة - الميزان - العقرب - القوس - الجدى - الدلو - الحوت

مدار السرطان - هو الدائرة اليومية التي ترسمها الشمس حينما تكون في الانقلاب الصيفي^(١)

مدار الجدى - هو الدائرة اليومية التي ترسمها الشمس عند ماتكون في الانقلاب الشتوي^(١)

وان تغير منظر السماء من منذ الف سنة . وكذلك تغيرت مواقع الشمس على هذه الصور بسبب تقهقر الأعتدالين لكن لازالت اسماء تلك الصور محفظة لهذه الأثنى عشر جزءاً . وقد جمعها بعضهم في قوله

حمل الثور جوزة السرطان ورعى الليث سنبلة الميزان
ورعى عقرب بقوس لجدى نزج الدلو بركة الحيتان

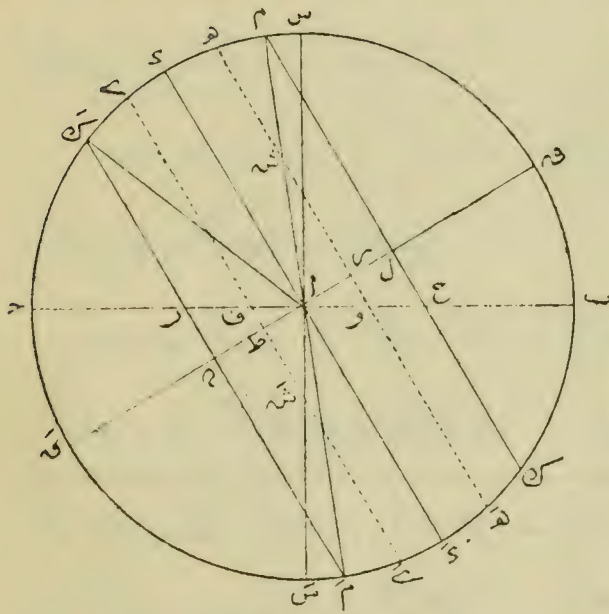
وقبل اكتشاف السيارات التلسكوبية كان عرض المنطقة المذكورة معتبراً من ١٧° الى ١٨° ولكن بعد أن اكتشف وجد أن مدارتها ذات ميل أكبر من هذا العرض

(١) سبق أن دائرة وسط منطقة البروج المائلة على دائرة العدل هي مدار الشمس في حركتها السنوية الظاهرية الناشئة عن حركة الأرض الحقيقية حول الشمس في مدة سنة

وهنا نقول بسبب حركة الأرض اليومية حوا محورها تظهر الشمس أنها ترسم كل يوم دائرة عمودية على محور العالم منطبقة على دائرة العدل (في يومي الاعتدالين) وفي غير هذين اليومين ترسم موازيات لدائرة العدل شمالها أو

وهذان المداران موازيان لدائرة المعدل وبينهما المتوازيات اللاتي ترسمها الشمس في سائر أيام السنة ومنها دائرة المعدل في يومى الاعتدالين

جنوبها وحينما تكون في أعظم ميلها عند المنقلبين ترسم مدارى الجدى والسرطان فى (شكل ١٥) اذا فرضنا ب س ح ق مستوياً جانبياً ك ب ح الأفق واس الرأسى المار بموقع الراصد ا ك ح ق محور العالم . ثم لأجل التقريب نفرض



(شكل ١٥)

أن خط الاعتدالين منسقط عمودياً على هذا المستوى الجانبي فى ا ومسقط دائرة المعدل عليه مبين بخط د ا و ومسقط دائرة وسط منطقة فلك البروج مبين بالمستقيم م ا م ما علا على الخط الأول د و بمقدار (٢٨ ٢٣ °) فى الاعتدال الربيعى —

تكون الشمس فى نقطة ا وفى هذا اليوم ترسم بحركتها اليومية دائرة المعدل د ا ح ثم تنتقل الشمس فى نصف الكرة الشمالى راسمة فى كل يوم دائرة يومية موازية لدائرة المعدل . وهذه الدوائر المرسومة بحركتها اليومية الموازية لدائرة المعدل هى دوائر الميل المشار اليها سابقاً . وبعد مضي بضعة أيام تأتى فى نقطة ش من الدوائر الكسوفية ويرى أنها ترسم بحركتها اليومية دائرة الميل ه ه و وعند ما تحل فى نقطة المنقاب الصبغى م ترسم المدار اليومى م ك ويسمى (مدار السرطان) ثم تأخذ الشمس فى القرب من المعدل ثانياً راسمة فى كل يوم دائرة ميل (مداراً يومياً) الى أن تحل فى نقطة الاعتدال الخريفى المسقوطة أيضاً فى ا وترسم دائرة المعدل ثم تمر الشمس فى نصف الكرة الجنوبى الى أن تأتى فى ش وترسم دائرة الميل ي ش الى أن تحل بنقطة المنقلب الشتوى م وترسم المدار م ك ويسمى (مدار الجدى)

ملاحظة — المنحنى الذى ترسمه الشمس فى يوم ليس دائرة حقيقية بل هو منحن غير مغلق فهو كطية من طيات منحن حلزوني^(١)

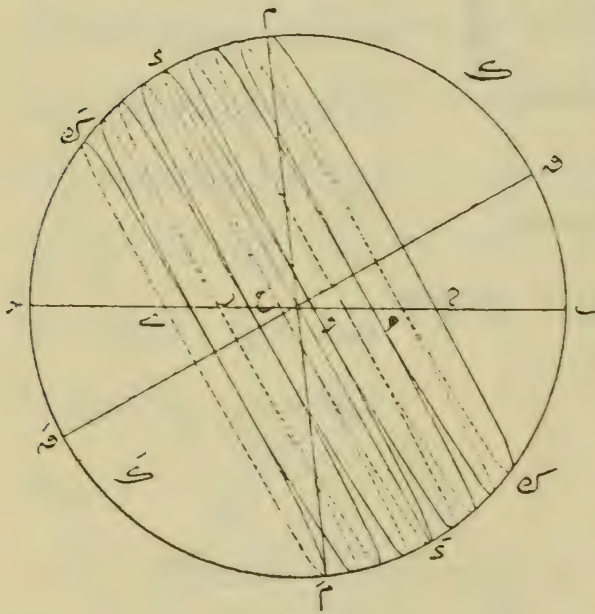
الفصل الثالث

نظارة العبور — الدائرة الحائطية — كيفية تعيين القطب السماوى

الميل — الصعود المستقيم

نظارة العبور — هى آلة فلكية تتكون من ميكروسكوب

(١) ولذلك نرى فى (شكل ١٦) أن ما ترسمه الشمس بحركتها الظاهرية اليومية



(شكل ١٦)

على الكرة السماوية كـ كـ

وهو منحن حلزوني محصور بين

مدار السرطان م ك ومدار الجدى

م ك وهى تسير من نقطة الاعتدال

الربيعى حالة كونها ترسم كل

يوم بحركتها اليومية طية من

طيات منحن حلزوني الى

(المنقلب الصيفى) وفيه ترسم

مدار السرطان ثم منه الى نقطة

الاعتدال الخريفى فبعد أن كانت فى نصف الكرة الشمالى تصير فى نصف

الكرة الجنوبى الى (المنقلب الشتوى م) وهنا ترسم مدار الجدى ثم ترجع

فى ذلك المنحنى الحلزوني بالثانى الى نقطة الاعتدال الربيعى وهكذا

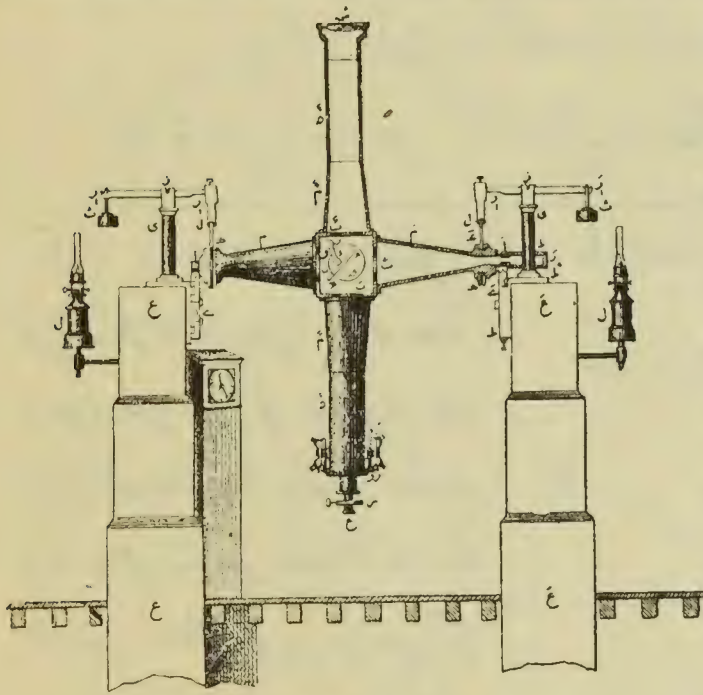
وينشأ من هاتين الحركتين الظاهريتين أن الشمس تشرق فى نقط مختلفة

من الأفق ب ح فى الأيام المتتالية مثل و ك هـ وتغرب كذلك فى نقط

مختلفة منه مثل ح ك م ولكنها لا تتجاوز نقطتين معلومتين هـ كى منه

أحدهما هـ نحو الشمال والأخرى كى نحو الجنوب

مركب يتحرك على محور أفقي محمول على كتفين متينين من البناء أو غيره وطرفا هذا المحور يتحركان في سكرجتين اسطوانيتين مثبتتين على مسندى الكتفين .^(١) ويشترط أن يكون محور دورانها أفقيا^(٢) وأن يكون المكرسكوب عموديا عليه^(٣)



(شكل ١٧)

(١) ففي (شكل ١٧)
ع ش هو الميكروسكوب
أو المحور البصرى ك م م
المحور الأفقى ك ع ع
الكتفان كى كى المسندان
ك ا الطرفان (الاصبعان)
ك ع العدسة العينية (التى
توضع امام العين وقت
الاستعمال) وش العدسة
الشيئية (التى توضع جهة
الشئ)

(٢) لتحقيق هذا الشرط يوضع ميزان ماء على المحور الافقى ويرفع أو يخفض أحد طرفيه حتى تصير فقيعة الميزان فى الوسط
(٣) لذلك ينظر بالنظارة الى تقاسيم مسطرة توضع افقية على بعد منها .
ويعلم القسم الذى تنطبق عليه نقطة تقاطع حامل الشعر الذى فى النظارة .
ثم يرفع المحور من السكرجتين وتدار الآلة الى أن يصير أحد الصباعين فى السكرجة التى كان يشغلها الصباع الآخر وبالعكس فاذا انطبقت نقطة تقاطع الشعرات على القسم الذى انطبقت عليه فى الحالة الاولى بعينه كان الشرط مستوفيا . والا فيعلم القسم الجديد الذى انطبقت عليه . وفى منتصف المسافة الواقعة بين القسمين المعامين يوجد الوضع العمودى للمحور البصرى

وان يتحرك في مستوى الزوال^(١)

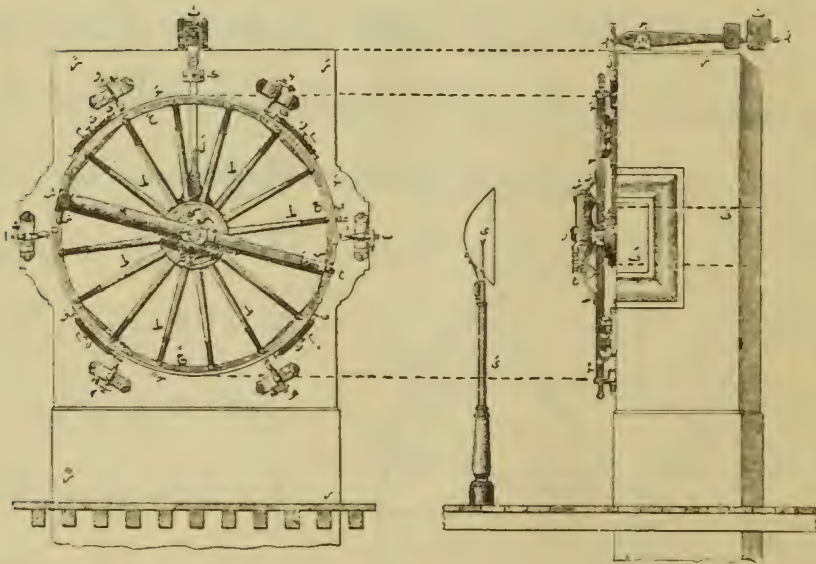
وهذه النظارة يعرف بها زوال الشمس وتوسطات الكواكب .

ولذا تسمى « نظارة المرور » أو النظارة الزوال

الدائرة الحائطية — هي عبارة عن نظارة زوالية محورها الأفقي يتحرك في سكرجة مثبتة في حائط بني على خط الزوال وفي مركز طارة من النحاس مقسمة من الأعلى^(٢) المطابق للوضع الرأسى للمحور

ويوجه المحور البصرى المذكور نحو نقطة منتصف المسافة المذكورة بتحريك حامل الشعر في مستويه تحريكاً عرضياً بواسطة برمة

(١) ولذلك يعرف بواسطة (بندول نجمي) الزمن الذي يمضي بين المرور بين العلوى والسفلى لنجم أبدي الظهور بالمستوى الرأسى المرسوم بالمحور البصرى للنظارة . فاذا كان هذا الزمن مساوياً لـ نصف يوم نجمي كان المستوى المذكور منطبقاً على مستوى الزوال . وإلا حرك أحد الصباعين أفقياً الى أن يساوى نصف يوم نجمي فيتحقق هذا الشرط



(شكل ١٩)

(شكل ١٨)

(٢) ففي (شكل ١٩) ترى الحائط مـ مـ مـ مـ مثبت به سكرجة يتحرك فيها المحور الافقى صـ المار من مركز الطارة حـ حـ الشبيهة بعجلة العربـة ويتحرك على هذه الطارة والمحور الافقى . ذلك المحور البصرى ع ش

البصرى ^(١) من الصفر الى ٣٦٠ ويشترط فيها شروط النظرة الزوالية ويعرف بها ميول النجوم . وغاية ارتفاعها . وابعادها السميتية . والقطبية وقت المتوسط . وكذا القطب السماوى

كيفية تعيين القطب السماوى - لذلك نرصد كوكبا أبدي الظهور حين توسطه الأعلى والأسفل بالدائرة الحائطية . فنصف مجموع درج ابعدي المتوسطين عن السميت هو درج اتجاه النظارة الى القطب ^(٢)

ولا استعمالها تقرأ الدرجة المطابقة لنقطة السميت ثم الدرجة المطابقة للمحور البصرى وهو امام النجم المراد تعيينه وما بين القراءتين هو البعد السميتى الخ (١) هذا هو الشرط الأساسى ويتحقق برصد النظير من وقت الى آخر . بأن يوضع أسفل الآلة اناء مملوء بالزئبق فيكون سطحه الساكن أفقيا . فاذا وضعت النظارة فى وضع رأسى وكانت الشيئية جهة الأسفل ونظر الى السطح العاكس لهذه المرآة التى من سائل الزئبق . أمكن رؤية صورة شعرات حامل الشعر الذى يعنى بتنويره بالقاء ضوء مصباح على الشعرات . فتى كانت نقطة تقاطع الشعرات منطبقة تمام الانطباق على صورتها الخاصة . يكون المحور البصرى للنظارة رأسيا . وفى هذه الحالة يكون متجهانحو النظير وبقراءة القسم المطابق للنظارة وطرح ١٨٠ ° منه يتحصل على القسم المطابق للسميت ويتحصل على صفر التقاسيم

(٢) واليكن س س (فى شكل ٢٠)

دائرة نصف النهار ك ح الأفق

س سميت الرأس ك ه القطب

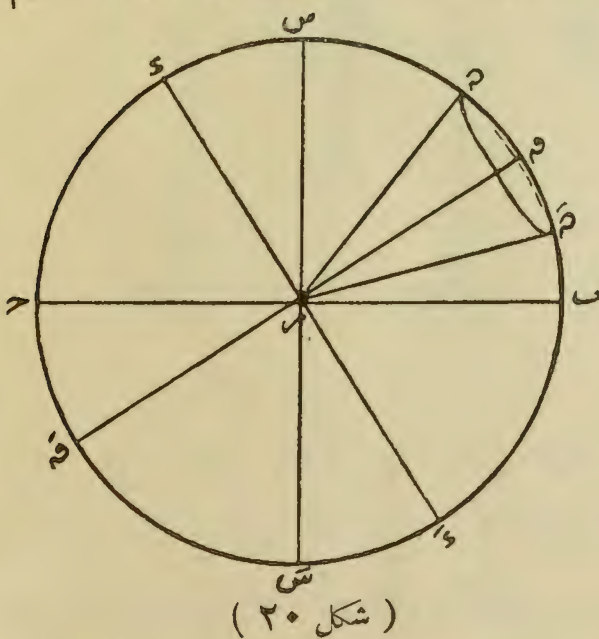
السماوى المطلوب تعيينه ك س

دائرة المعدل

فبمقتضى ماتقدم وهو أن

النجوم ترسم دوائر تامة حول

محور العالم ه س ه . اذا راقبنا



(شكل ٢٠)

الصعود المستقيم — كيفية تعيينه

الصعود المستقيم . ويسمى المطلع المستقيم — هو بعد الكوكب عن نقطة الاعتدال الربيعي . ويقدر هذا البعد بمقياس قوس دائرة المعدل المحصور بين دائرة نصف النهار المارة بهذا الكوكب ودائرة نصف النهار المارة بنقطة (الاعتدال الربيعي) ^(١)

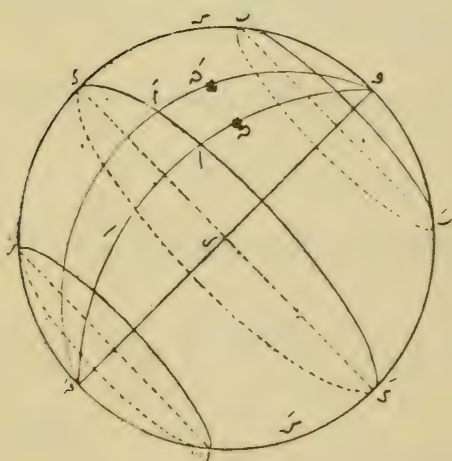
نجما أبدي الظهور . نراه يتوسط مرتين ويمر بدائرة نصف النهار في نقطتين \odot و \odot بحيث يكون القوس $\odot \odot = \odot \odot$. وتسمى نقطة \odot القريبة من سمت الرأس بنقطة التوسط الاعلى لهذا الكوكب \odot ونقطة التوسط الاسفل له

ولذلك اذا عينا بعد التوسط الاعلى بالدائرة الحائطية وهو القوس \odot س . وكذا بعد التوسط الاسفل وهو القوس \odot س . ومعلوم أن \odot س = \odot س + \odot س و \odot س = \odot س - \odot س فهاتان متساويتان بجمعهما ينتج أن $2 \odot$ س = \odot س + \odot س

$$\frac{\odot \text{ س} + \odot \text{ س}}{2} = \odot \text{ س} \text{ أنه يحدث أن}$$

وهو بعد القطب عن سمت الذي هو القوس \odot س فاذا أريد معرفة (ارتفاع القطب عن الافق) يطرح البعد المذكور من 90° فالباقي يكون هو الارتفاع المطلوب

وبهذه الطريقة وجد أن ارتفاع القطب عن سطح أفق القاهرة $24^\circ 30'$ والبعد القطبي لأي نجم — هو باقي طرح البعد السمتي للنجم من بعد القطب السمتي . فان البعد القطبي لنجم \odot هو \odot س - \odot س



(شكل ٢١)

(١) (في شكل ٢١) لو فرضنا \odot

ويعد الصعود من 0° الى 360° من المغرب الى المشرق ابتداء من نقطة الاعتدال الربيعي

كيفية تعيين الصعود المستقيم لـ كوكب ما — لذلك تستعمل النظارة الزوالية و بندول منظم (ساعة تدق الدقائق والثواني) فيرصد كوكب أصل الصعود المستقيم (كاحد الكواكب) من الدب الاكبر و ١٦ من المرأة المسلسلة لوقوعهما على الدائرة الجانبية المارة بنقطة الاعتدال الربيعي (تقريباً) ^(١) وقت مروره بدائرة نصف النهار . ويعين هذا الوقت على البندول . ثم يرصد الكوكب المراد تعيين مظهره حين مروره بها أيضاً . ويعين وقته . فالزمن الذي بين الوقتين اذا حول الى

دائرة المعدل و ١٦ الى الدائرة الجانبية المارة بنقطة الاعتدال الربيعي ا وكوكب ٢ من كواكب أصل الصعود المستقيم فالبعد ا هو مطلع الكوكب ٢ (١) فاذا أريد التحقيق لا التقريب . يرجع الى جدول النجوم الأساسية . وذلك أنه لما لم يوجد نجوم على دائرة نصف النهار المارة بنقطة الاعتدال الربيعي بالضبط عينوا المطالع المستقيمة بالضبط الكلي لجملة نجوم شهيرة يسهل رصدها بالنظارة ليلاً ونهاراً ووضعوا لها جداول سموها جداول النجوم الأساسية . وصار الآن استعمال هذه النجوم لأمر كثير منها (تنظيم البندول النجمي) فترصد مروراتها العلوية والسفلية لذلك

ومنها رصدها عوضاً عن رصد نقطة الاعتدال الربيعي لتعين الصعود . فاذا كان البندول منظماً على نقطة الاعتدال الربيعي سهل الأمر لأنه اذا بين وقت مرور الاعتدال بمستوى الزوال 0° وبين وقت مرور النجم المراد

مطلعه $2^\circ 33' 18''$ فان الصعود المستقيم لهذا النجم $= (2^\circ 33' 18'' \times 15^\circ)$ $= 10^\circ 18' 27''$ من الدرج أعني $278^\circ 20'$ وهو المطلوب

درجات قوسية بمقتضى ما سبق . يكون الناتج هو الصعود المستقيم لهذا الكوكب

الميل — كيفية تعيينه

الميل — هو بعد الكوكب عن دائرة المعدل . ويقدر بمقياس قوس دائرة نصف النهار المحصور بين الكوكب المفروض ودائرة المعدل

وتقدر الميول من 0° الى 360° في نصف الكرة الشمالى ومن 0° الى 90° في النصف الجنوبي بمعنى أنها موجبة في الشمالى وسالبة في الجنوبي

كيفية تعيين الميل — لذلك يعين البعد القطبي للكوكب بالدائرة الحائطية كما سبق ثم يطرح من 90° ويسبق الباقي بعلامة + اذا كان الميل شمالياً - اذا كان جنوبياً ^(١)

وأما اذا كان البندول ليس منظماً على نقطة الاعتدال الربيعي فنعمد الى نجم أساسى فمثلاً يوجد في الجداول أن المطلع المستقيم للنجمة الأساسية المسماة

الطائر من النسر هو $19^\circ 45'$ $10^\circ 29'$ $19^\circ 45'$ والبندول بين وقت مرورها بمستوى

الزوال $19^\circ 44'$ $52'$ $19^\circ 44'$ $52'$ يعني في البندول تأخير قدره $17^\circ 79'$ $17^\circ 79'$. ويراد معرفة

مطلع النجمة ه التي مرت بمستوى الزوال والبندول يبين $20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$ $20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$

$20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$ $20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$ $20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$ $20^\circ 23'$ $27^\circ 4'$

فحينئذ مطلع ه $= 20^\circ 23' 27.4 + 17^\circ 79 = 37^\circ 42.4 = 37^\circ 42.4$

(١) فاذا فرض في (شكل ٢٢) $ص$ محور العالم $م$ $م$ دائرة المعدل

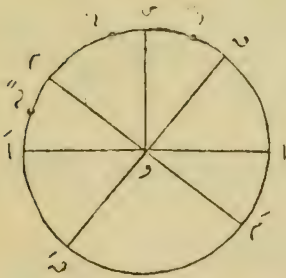
الباب الثاني

في الكواكب وما يتعلق بها

الفصل الأول

أقسام الكواكب — الكواكب الثوابت — صورها السماوية
— الكرات السماوية الصناعية — كيفية انشاء الكرات السماوية الصناعية
— السحاييات — المجرة

أقسام الكواكب — تنقسم الكواكب الى قسمين ثوابت وسيارات
فالثوابت — هي التي لا تتغير مواضع بعضها بالنسبة الى البعض
الآخر بحيث أن الزاوية الواقعة بين الضلعين الممتدين من نظر الراصد
الى كوكبين منها ثابتة لا تتغير ^(١)



(شكل ٢٢)

و. الرأسى. فيكون البعد القطبي للنجم س° هو
 $\text{س}^\circ = \text{س}^\circ \text{س}^\circ$ وميلها هو $\text{م}^\circ = 90^\circ$
— وهذا اذا كانت النجمة س° في شمال السمـت.
فاذا كانت في جنوبه مثل س° يحصل $\text{س}^\circ = \text{س}^\circ$
 $+ \text{س}^\circ \text{س}^\circ \text{م}^\circ = 90^\circ$ وفي هاتين

الحالتين توجد النجمة في نصف الكرة الشمالى . فاذا كانت في الجنوبي أى في س°
مثلا يحصل $\text{س}^\circ = \text{س}^\circ + \text{س}^\circ \text{م}^\circ = 90^\circ$ — س°

(١) يرى للنجوم الثابتة حركات ظاهرية كحركاتها التي لا تتجاوز قوسا
في السماء قدره ثانية بسبب حركة الارض السنوية ومثل الحركة النجمية التي
لا تتجاوز ٨ بسبب حركة المجموعة الشمسية التي قالوا ان قدرها في الثانية

والسيارات هي التي تتحرك على الكرة السماوية بحيث تتغير مواضعها بالنسبة الى النجوم فيرى الانسان الكوكب السيار تارة قريبا من كوكب ثابت وتارة بعيدا عنه

(الكواكب الثوابت)

* ترتيبها - قسم الأقدمون النجوم الثابتة باعتبار تفاوت اضاءتها الى أقسام سموها أقدارا . بمعنى أن أعظمها نورا يعد من القدر الأول والذي يليه يعد من الثاني وهكذا . وآخر ما يمكن رؤيته بالنظر المجرد ينحصر ما بين القدر الأول والسادس وعدده ٤١٠٠ نجمة واما باستعمال النظارات فيصل الى ٢٠٤٠٠٠٠٠٠ تقريباً من القدر الاول لغاية الخامس عشر

ثم ان نجوم كل رتبة تتفاوت أضواؤها^(١)

ويوجد عدد من النجوم يزيد ضوؤه وينقص من وقت لآخر

٨ كيلو متر . وانها على طول الزمن ستغير منظر السماء وأشكال الصور السماوية (١) ولذلك قد ذكرت نجوم القدر الأول وهي عشرون في أشهر الخريط

على هذا الترتيب هكذا بحسب اضاءتها

١	الشعري اليمانية	٨	الشعري الشامية	١٥	الطائر
٢	سهيل اليمين	٩	كتف الجبار	١٦	السماك الاعزل (نير السنبلة)
٣	١ من شنتورس	١٠	آخر الشهر	١٧	فم الحوت
٤	السماك الراح	١١	الدبران	١٨	ب من الدجاجة
٥	رجل الجبار	١٢	ب من شنتورس	١٩	رأس التوأم المؤخر
٦	العيوق	١٣	١ من الدجاجة	٢٠	قلب الأسد
٧	الواقع	١٤	قلب العقرب		

بحيث أن النجمة تمر على جملة أقدار مختلفة وتسمى (النجوم المتغيرة) ^(١)

وهناك نجوم وقتية تظهر زمنا مّا ثم يقل ضوءها الى أن تختفى ^(٢)

الصور السماوية — اتفق قدماء الفلكيين حين أرادوا دراسة

النجوم لمساعدة الذاكرة على تقسيمها الى مجموعات متميزة . سموها

الصور السماوية وأطلقوا عليها أسماء كائنات حية وغير حية لتشابه

مسمياتها بأشكال هذه الصور فى تصورهم اذ ذاك . واستعملوا الحروف

الأبجدية لبيان نجوم كل صورة ورمزوا بالحروف ا ب ج د هـ

لنجوم الأربعة الأصلية من كل صورة

وتنقسم الصور الى ثلاثة أقسام شمالية وعددها ٢١ صورة ٦ منطقية

وعدها ١٢ صورة ٦ جنوبية وعددها ١٥ صورة . فالمنطقية هى صور

منطقة البروج السابق ذكرها

(١) فالنجمة و من القيطس تتغير من لمان القدر الثانى الى الحادى عشر

فى مدة ١١ شهر ٦ الغول من برشاوش تتغير من الثانى الى الرابع فى مدة

$\frac{١}{٤} \frac{٢}{٣} \frac{٣}{٤}$. وبعض النجوم يكون بين زيادته ونقصه جملة سنين . وقد علماو

هذا التغير بوجود كائنات على سطحها لا بنسبة واحدة

(٢) وذلك كالنجمة التى ظهرت فى ذات الكرسي سنة ١٥٧٢ وكانت أزهى

نجوم السماء ثم تناقص ضوءها تدريجا الى أن اختفت بعدمضى ١٧ شهرا من

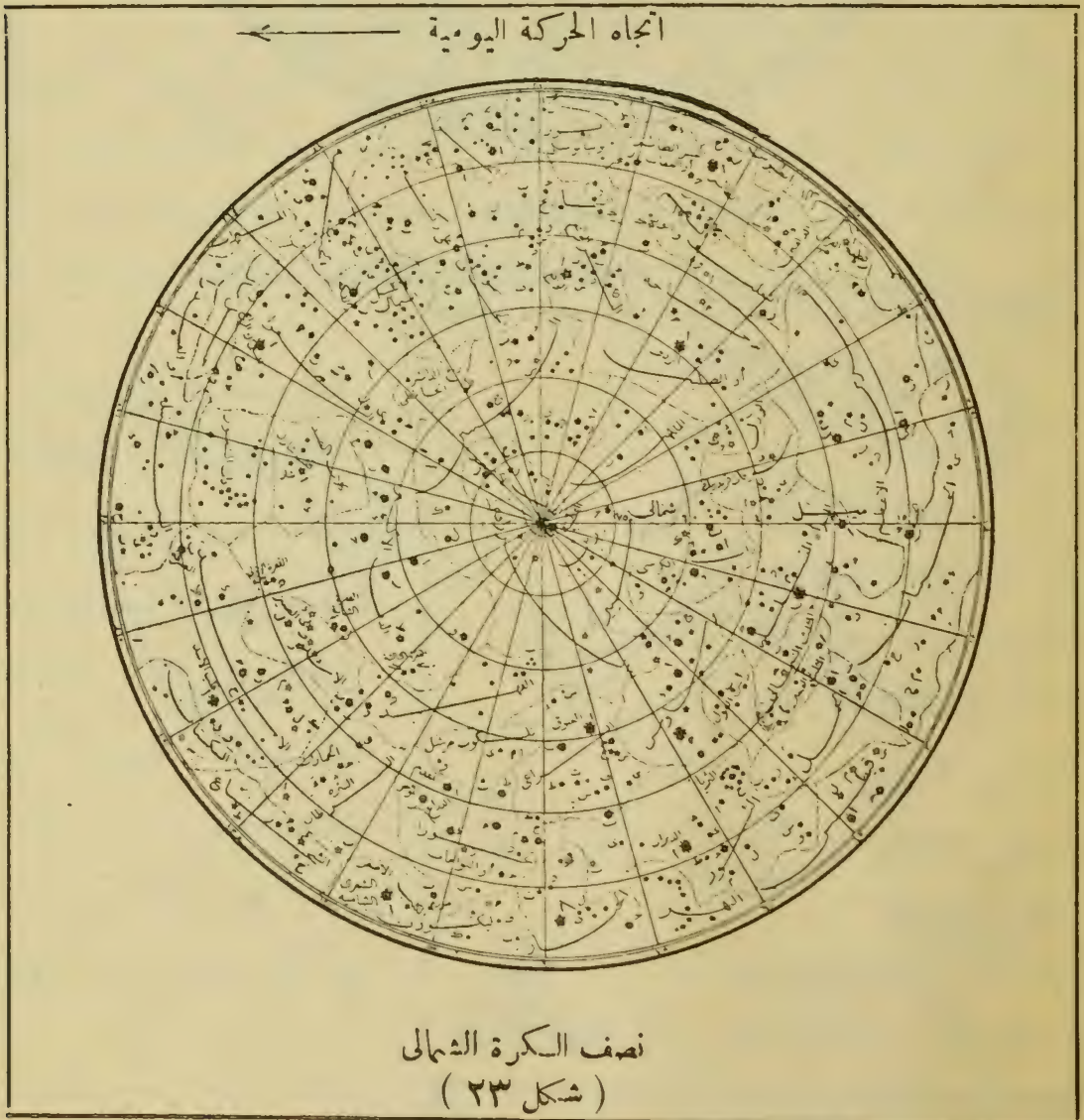
ظهورها هذا وقد اختفى نجوم كثيرة كانت معدودة قديما فى الصور السماوية

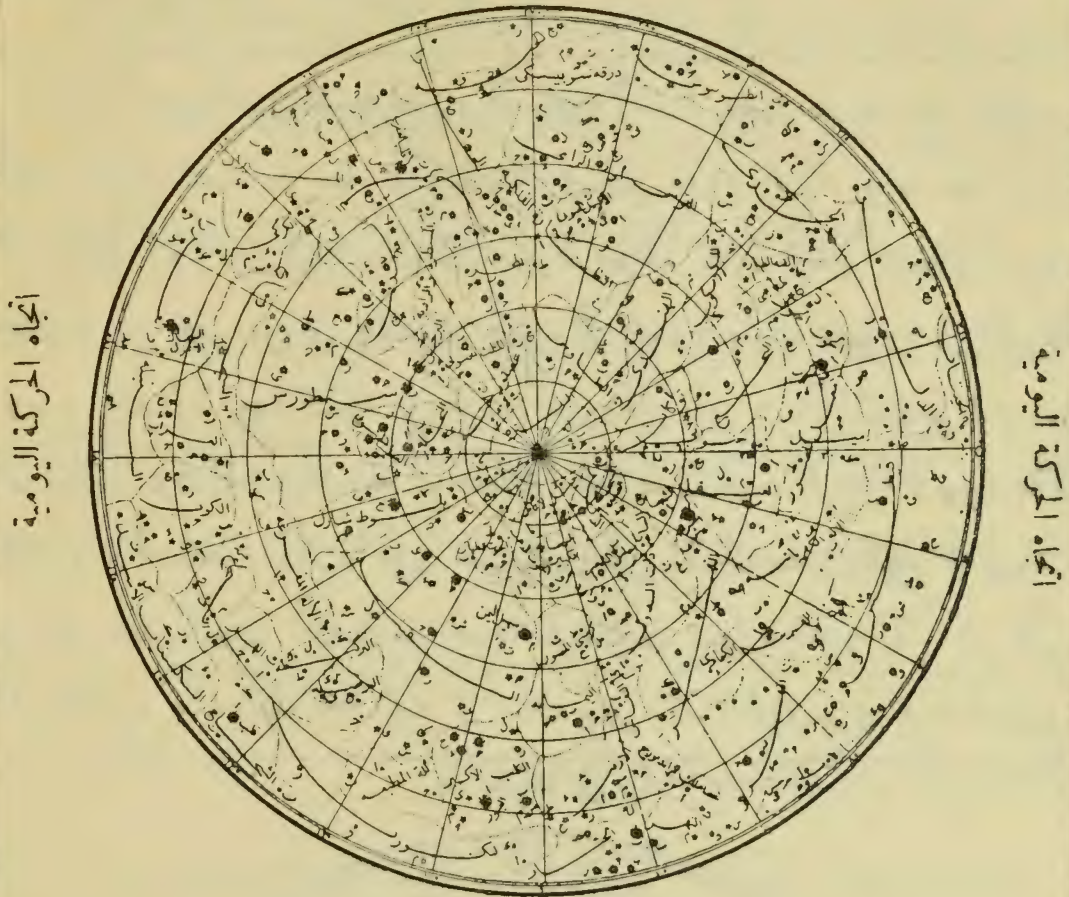
والأشياء المفروضة الآن لتعليل هذا الظهور وهذا الاختفاء وذلك التغير

لا زالت مشكوكا فيها

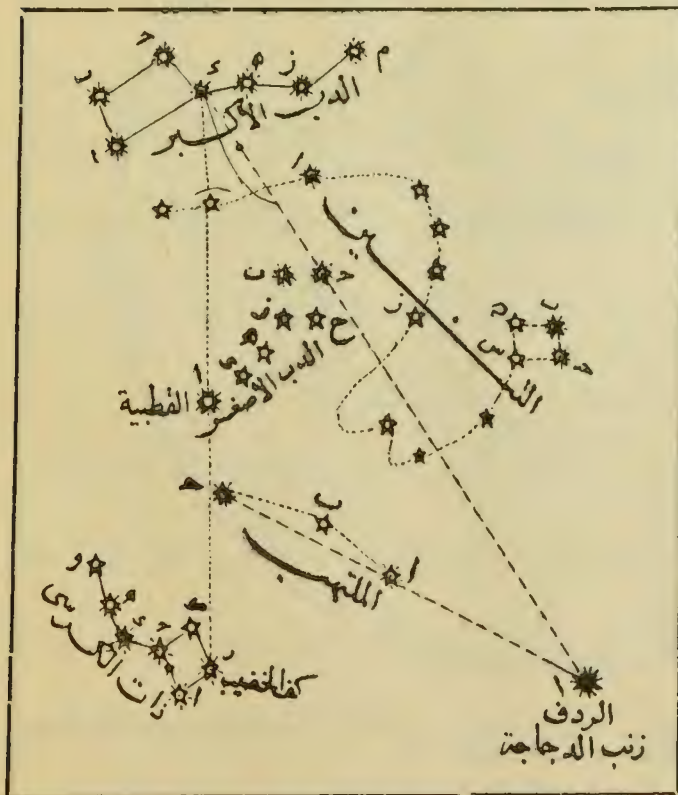
والشمالية هي — الدب الأكبر ^(١)

(١) أحسن الطرق لمعرفة الصور السماوية (إذا لم يتيسر درسها مع معلم من أهل الفن) مقارنة خريطة فلكية بما يرى من نجوم السماء بواسطة طريقة التخطيط . ولاجل ذلك يستعان بمسطرة طولها ثلاثة أمتار فيتصور مرور خطوط من نجم معروف ومشهور الى سائر الصور وبعد تصويره في الخريطة توضع المسطرة جهة السماء على نجمين معروفين على هذا المستقيم ليتوصل الى الثالث وهكذا ويلاحظ أن مقابلة الخطوط للنجوم تقريضية لوجود الخطأ اللازم لاسقاط الكرة على مستوى الخريطة العامة (شكل ٢٣ و ٢٤) واعتاد الفلكيون أن يجعلوا مبدأ التخطيط صورة الدب الأكبر لأنها أشهر الصور وأعرفها. فاذا اتجه الإنسان بنظره نحو الشمال يرى هذه الصورة





(شكل ٢٤)
نصف الكرة الجنوبي



(شکل ۲۵)

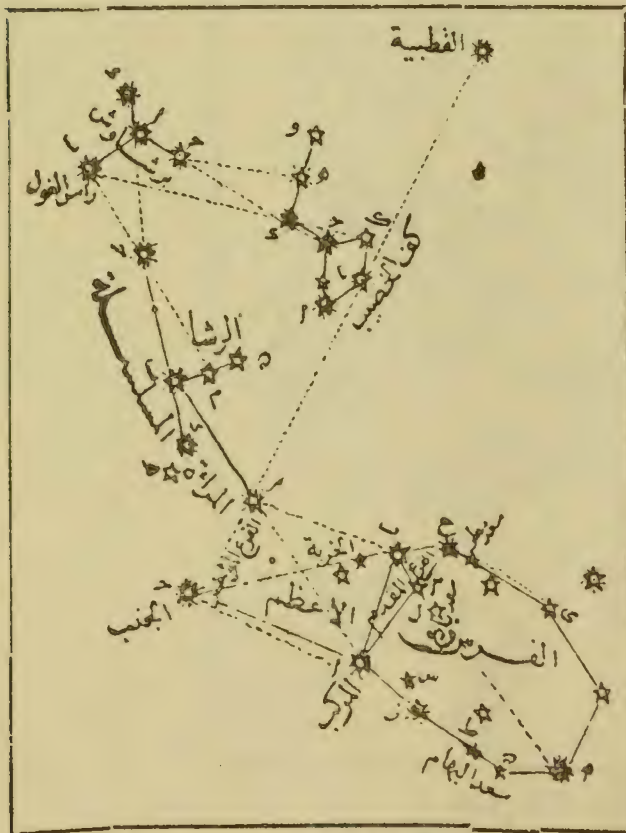
وتسمى بنات نمش
الكبرى (شكل ٢٥)
وتحتوي على سبع نجوم
من القدر الثاني ماعدا
النجمة ٤ فانها من الثالث
والأربعة الأصلية
تكون شبه منحرف
والثلاثة الباقية هـ ز م
تكون ذنب الدب لأكبر

الدب الأصغر ^(١) التنين ^(٢) — ذات الكرسي ^(٣) — الملتهب ^(٤) —
الدجاجة ^(٥) — الفرس الأعظم ^(٦)

(١) في الدب الأكبر (شكل ٢٥) إذا مد الخط α من جهة α ببعد خمس مرات فانه يمر بالنجمة القطبية α وهي من القدر الثاني وتبعد عن القطب بنحو ٥٠° وتسمى (الجدى) وعند العوام (وتد النجم) وبواسطتها يسهل معرفة الجهات الأصلية ليلاً. حيث يكون الشمال أمام الناظر والجنوب خلفه والشرق يمينه والغرب يساره. وهي ثالث نجمة من ذنب الدب الأصغر المشابهة صورته للدب الأكبر. الا انها أصغر منها وموضوعة بعكسها

(٢) النجمة α الموجودة على منتصف المستقيم الواصل بين الفرق δ من الدب الأصغر γ من ذنب الدب الأكبر α هي من صورة التنين التي رأسها مكونة من δ ϵ ζ η θ ι κ λ μ ν ξ \omicron π ρ σ τ υ ϕ χ ψ ω

(٣) إذا مد المستقيم الواصل بين δ من الدب الأكبر α كبر والنجمة القطبية من جهتها بنحو $\frac{1}{2}$ ما بينهما يصل الى صورة ذات الكرسي المكونة من سبع نجوم أيضاً α β γ δ ϵ ζ η من القدر الثالث θ ι κ من الرابع وهذه الصورة



تكون دائماً في مقابلة الدب الأكبر بالنسبة الى النجمة القطبية

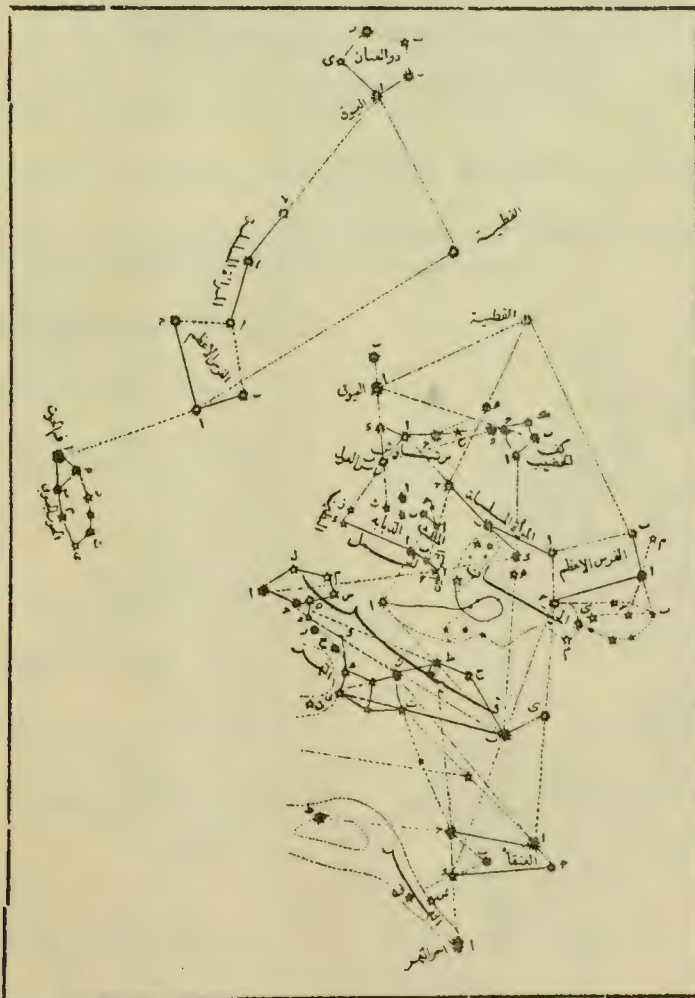
(٤) النجمة δ من الملتهب توجد تقريباً في منتصف المستقيم المار بالنجمة α β من ذات الكرسي γ δ من الدب الأصغر (٥) امتداد المستقيم المار بنجمتي δ ϵ من الملتهب بقدر ما بينهما يمر بذنب الدجاجة α المسمى بالردف

(٦) في (شكل ٢٦) إذا مد المستقيم الذي عين ذات الكرسي بمقداره من جهتها يقابل صورة

المرأة المسلسلة — الفرس الأصغر — برشاوش^(١) ماسك العنان^(٢) —

الفرس الأعظم الذي هو عبارة عن ثلاثة نجوم على شكل زاوية وبأضافة النجمة ١ من المرأة المسلسلة إليه يتكون ما يسمى بمربع الفرس الأعظم . وعلى امتداد الخط الواصل بين ١ من الفرس الأعظم ٦ من المرأة المسلسلة توجد من المسلسلة وتسمى بالرشا إحدى منازل القمر

(١) فإذا مد الخط ب ح من المرأة يمر بالنجم ١ من برشاوش وبالتأمل للشكل يرى أن مجموع مربع الفرس الأعظم والخط ب ح من المرأة المسلسلة والنجمة ١ من برشاوش يكون شكلا يشبه الدب الأكبر إلا أنه أعظم منه (٢) في (شكل ٢٧ و ٢٨) إذا مد مستقيم من القطبية عموديا على الخط الواصل بينها وبين ١ من الدب الأكبر برشاوش يمر بنجمة ١ من القدر الأول تسمى العيوق وهي نيرذى العنان وهذه الصورة تشبه فحسا غير منتظم



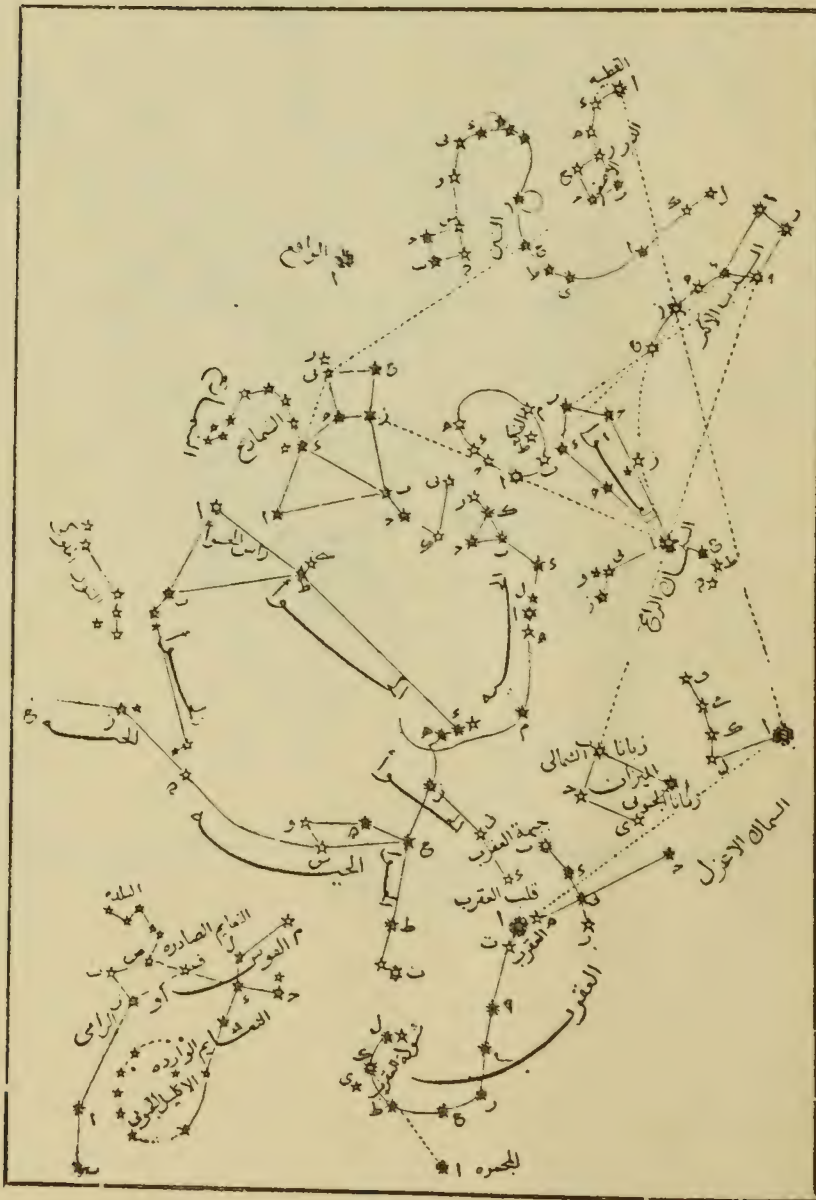
(شكل ٢٧ و ٢٨)

الاكليل الشمالى ^(١) - العواء ^(٢) - الحية ^(٣)

(١) بقدار المسافة التي بين γ من الدب الأكبر ونهاية ذنبه مرة ونصف جهة الذنب (شكل ٢٩) نجد α نير الاكليل الشمالى من القدر الثانى ويسمى الفك

(٢) اذا مد المنحنى المار بنجوم ذنب الدب الأكبر الثلاثة على استقامته نحو النصف الجنوبي قابل α نير العواء من القدر الأول يسمى السماء الراح وصورة العواء تكون خمسا غير منتظم

(٣) اذا مد مستقيم بين نجمة β من العقرب و α نير الفك يتقابل مع α من نير الحية

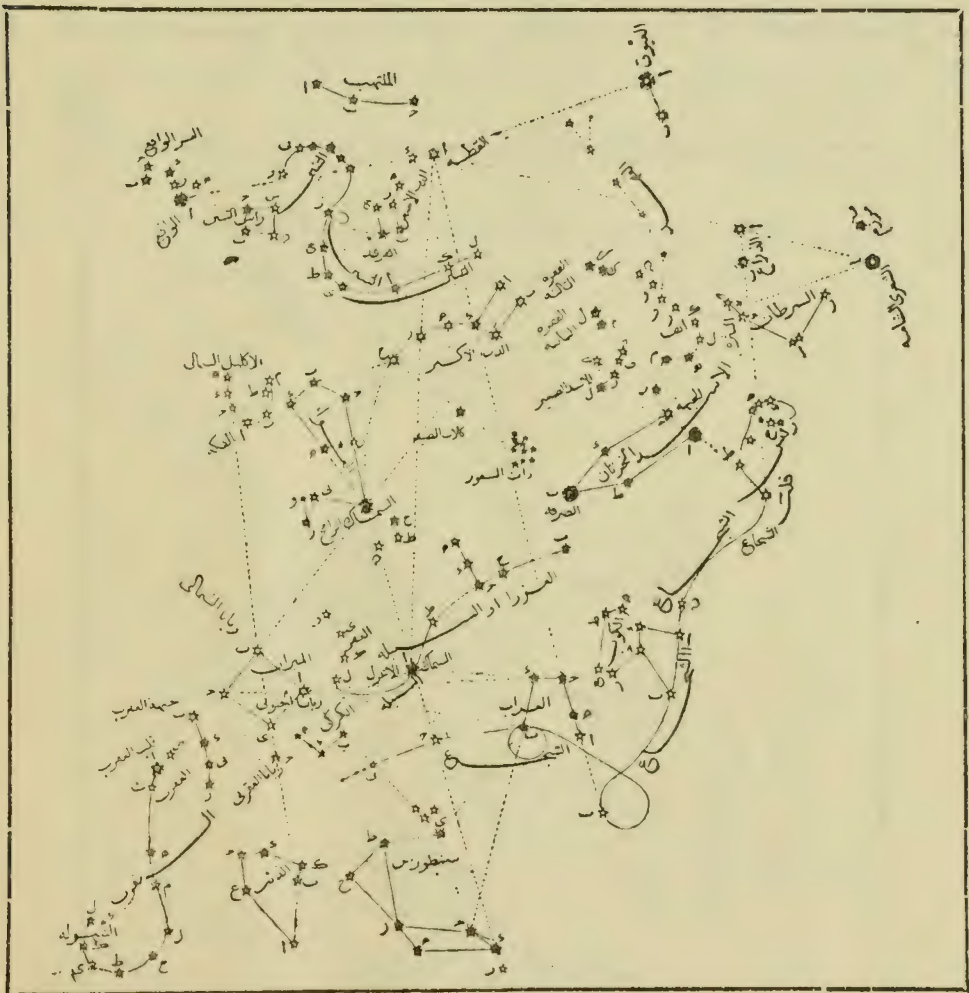


(شكل ٢٩)

الجلاني على ركبتيه ^(١) - السهم - النسر الواقع ^(٢) - الدمين

(١) بمقدار المسافة التي بين السماك الرامح ونير الفكه من جهتها تجدد نجمة ز و بجوارها ه من القدر الثالث هما من الجائي على ركبتيه وهذه الصورة تكون نجومها شبهي منحرفين (شكل ٢٩)

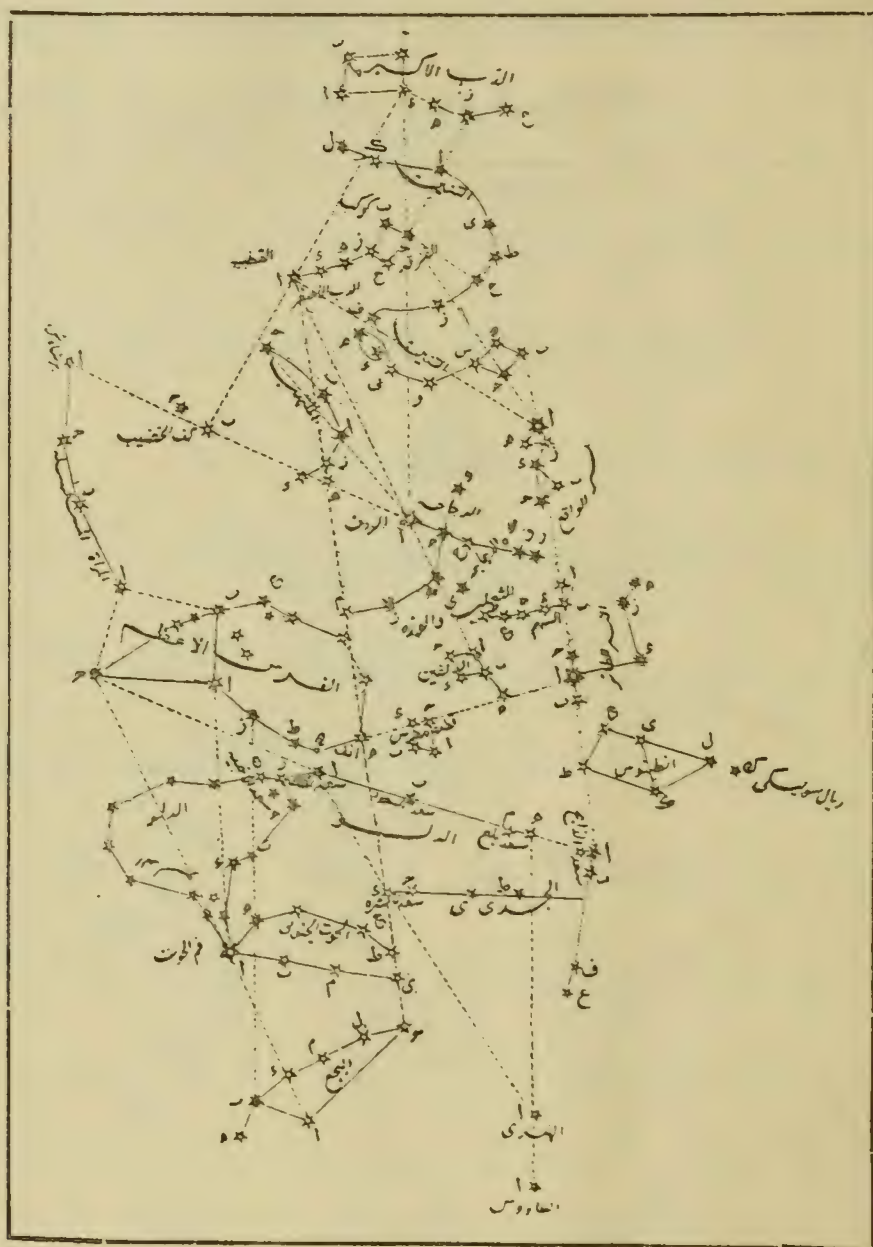
(٢) في (شكل ٣٠) اذا مد المستقيم المار بالفرق δ من الدب الأصغر الى δ من الثنين في جهتها يمر بنجمة α نير النسر الواقع من القدر الأول



(شکل ۳۰)

الحوا — الذسر الطائر^(١) — المثلث الشمالي

(١) في (شكل ٣١) بقدر نصف المسافة التي بين ب من رأس التنين والواقع جهة الجنوب نجد أ من القدر الأول يسمى (الطائر) نير صورة الذسر الطائر



(شكل ٣١)

الكب الأصغر ^(١) — الكب الاكبر ^(٢) — السفينة — الشجاع —
الكأس — الغراب — المحراب — سنطورس — الذئب — الاكليل
الجنوبي — الحوت الجنوبي

الكرات السماوية الصناعية — كيفية انشاء الكرات السماوية
الصناعية

الكرات السماوية الصناعية — هي كرات صناعية ترسم عليها
النجوم بنسبة ميلها ومطلعها المستقيم فيتعين مواضع النجوم عليها
ويمكن احصاؤها بطريقة أضبط من غيرها

كيفية انشاء الكرات السماوية الصناعية — لذلك تؤخذ كرة من
الخشب أو المعدن . ويفرض عليها نقطتان متقابلتان يمثلان القطبين
السماويين . ويرسم دائرة مارة بهما تمثل دائرة نصف النهار (دائرة
ساعية أو جانية) ثم دائرة أخرى على بعد ٩٠° من القطبين عمودية
على الأولى تمثل دائرة المعدل . ثم يعلم على سطح هذه الكرة جملة
نقط تعين كل واحدة منها بالمطلع المستقيم والميل للنجمة

(١) على امتداد المستقيم المار بالقطبية وامن الجوزاء يقابل النجمة ا

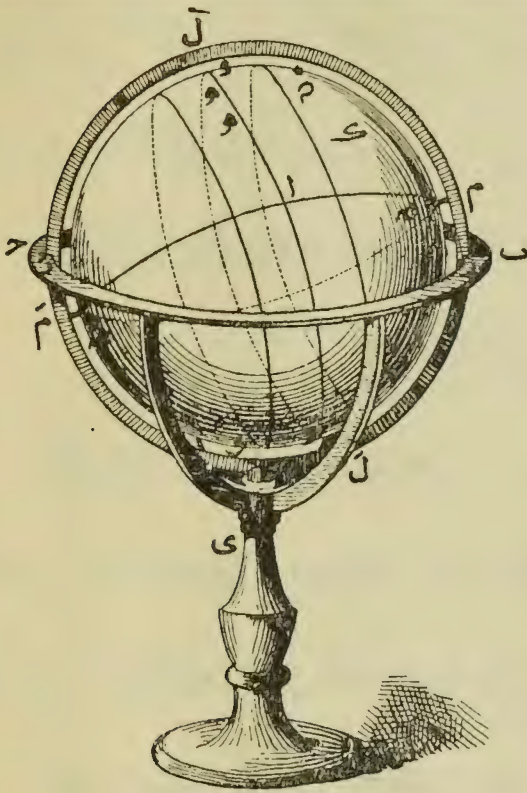
من الكلب الاصغر وهي نير وتسمى الشعرى الشامية

(٢) على امتداد المستقيم المار بنجمتي د و ه من منطقة الجبار نحو

الجنوب يمر بنجمة بيضاء لامعة من القدر الاول تسمى الشعرى اليمانية وهي

نير صورة الكلب وأزهي نجوم السماء

المطابقة لها^(١)



(شكل ٣٣)

(١) فمثلا الكرة الصناعية
ك (شكل ٣٣) تتركب من
الخشب أو المعدن . ومحمولة على
محور م م' المار بمركزها بحيث
تدور حوله فيمثل محور العالم
وطرفاه م م' مرتبطان فى دائرة
من النحاس ل ل' مقسمة حافتها
الى أقسام متساوية قدر كل منها
درجة (بالاتداء من م) من ٠ الى
١٨٠° فى الجهتين . ونقتطعا تقابل
المحور بسطح الكرة ب ب' و

تمر بهما الدائرة الساعية المارة بنقطة مبدأ المطالع المستقيمة ا وهى مقسمة أيضاً
من ب من ٠ الى ١٨٠° فى الجهتين .

و و' اى دائرة المعدل وهى مقسمة من ا من ٠ الى ٣٦٠° . ودائرة
النحاس ل ل' مع الكرة المرتبطة بهما محمولة على الدائرة الافقية ب ب' المحمولة
على الأرباع أقواس المثبة فى الرجل ي . . وكيفية تعيين وضع النجوم عليها
أن يؤخذ على دائرة المعدل بالاتداء من مبدأ المطالع قوس ا ه بقدر
صعود النجمة وتحرك الكرة ك حول محورها الى أن تأتى ه تحت دائرة
النحاس ل ل' . ثم يعد على دائرة النحاس نفسها من ب القوس ب ه بقدر
البعد القطبى للنجمة . فيكون موضع النجمة هو النقطة التى بازاء ه من
الكرة ك

ملاحظة — اذا كان مقدار الميل المعين ايجابيا يؤخذ مقدار الميل أعلى

دائرة المعدل واذا كان سلبيا يؤخذ أسفل دائرة المعدل

وبهذه الطريقة المضبوطة أمكن للفلكيين أن يعينوا مواضع جميع النجوم

السحابيات — المجرة

السحابيات — هي قطع مستنيرة في السماء على هيئة سحاب أو ضباب . فمنها ما يسمى (عنقوداً أو قنوا أو مجموعة كوكبية) وهو المركب من نجوم متفاوتة جداً تتميز عن بعضها بالنظر المجرد الحاد أو النظارات القوية كالثريا المركبة من ٨٠ نجمة يرى منها بالعين العارية ٦ نجيمات وقد بلغت نجوم بعض القنوان ٥٠٠٠ نجمة

ومنها ما يسمى (سديما) وهو المركب من غازات حارة الى درجة الانارة بحيث لا يمكن حله الى نجوم مفردة كسديم الأسد والمرأة المسلسلة .

ومن السدام ما يسمى (بالسيار) — وهو الذي يرى كقرص جميع سطحه مستضيء بالتساوى وقد يشاهد في مركزه نجمة تسمى (النجمة السدامية) وقد ترى القنوان على هيئة سدام لعظم بعدها أو لضعف النظر

المجرة — هي سحابة جسيمة على هيئة منطقة غير منتظمة العرض تقسم السماء الى نصفين متساويين تقريباً من الشمال الشرقى مارة ببرشاوش وذات الكرسي الى الجنوب الغربى . ولكثرة نجوم المجرة سميت (منطقة النجوم) وعند العوام (طريق التبانة) وقد ذكر بعضهم

على الكرة السماوية . وأن يثبتوا احصايات للنجوم مرتبة على حسب كبر مطالعها المستقيمة . وأمام كل نجمة ميلها ومطلعها . واستعملوا هذه الاحصايات لوضع النجوم بأوضاعها النسبية على الكرات السماوية الصناعية

أن نجومها ١٨ مليون نجمة بعضها شمس كشمسنا وبعضها ضعيف
الاستنارة وبانضمام الكل ينشأ هذا الضوء اللبني المرئي في الليالي
الصافية الجو الخالية من القمر . هذا . ويشاهدان المجموعة الشمسية
تكوّن جزءا من المجرة

الفصل الثاني

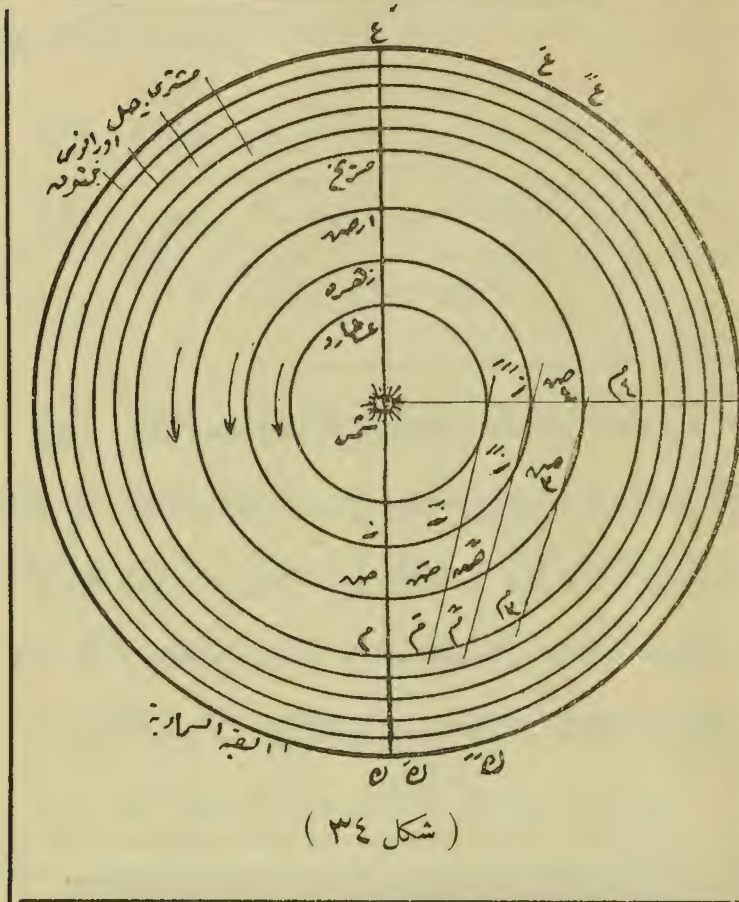
في الكواكب السيارة

المجموعة الشمسية — السيارات العليا والسفلى

المجموعة الشمسية — كان المعروف قديما أن المجموعة الشمسية سبع
سيارات . وهى الشمس والقمر وعطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل . وان
الارض ثابتة في مركز العالم . وان أفلاك هذه السيارات دائرة حولها على هذا
الترتيب . فلك القمر ثم عطارد ثم الزهرة ثم الشمس ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل
وقد ثبت حديثا أن الشمس هى بورة المجموعة الفلكية . وليس لها مدار الا فى
الظاهر . وأن السيارات ترسم مداراتها حول الشمس على الترتيب الآتى . عطارد ^(١)

(١) فى (شكل ٣٤) ترى عطارد أقرب السيارات الى الشمس وهو يتم دورته
فى فلكه حولها فى ٨٨ يوما وسطيا تقريبا ومتوسط بعده عنها = ٧٥ مليون
كيلو مترا أعنى (٣٨٧ ر . من بعد الارض عنها) . وكثيرا ما يمر أمام قرص الشمس
فى الاجتماع السفلى . فينسقط عليه على شكل بقعة صغيرة مستديرة . ولذا انتخبت
هذه اللحظة لقياس قطره الظاهرى وللتأكد من شكله . واستخرجت من
هذه الاقيسة ابعاده الحقيقية وحجمه = ٥٢ ر . من حجم الارض

الزهرة ^(١) — الارض — المريخ ^(٢) — المشتري ^(٣) — زحل ^(٤) وأن القمر وحده هو الذي يدور حول الارض . وأن الارض كوكب سيار وينسب اليهما كل من الحركتين اليومية والسنوية . لا الى الشمس ولا الى النجوم ولا الى الكرة



(١) الزهرة تبعد عن الشمس بنحو ١٠٧ مليون كيلو متر وحجمها = ٩٧٥ ر ٠ من حجم الارض وتقر الزهرة على قرص الشمس في بعض مرات اجتماعها السفلي

(٢) الارض هي السيار الذي يلي الزهرة بالنسبة للشمس وسيأتي الكلام عليها . والذي

يلي الارض هو المريخ ومتوسط بعده عن الشمس ٢٢٥ مليون كيلو متر تقريبا وهو = بعد الارض عنها مرة ونصف مرة . وحجمه = ١٤٧ ر ٠ من حجمها . ومدة دورته السنوية = ٦٦٩ يوما نجميا

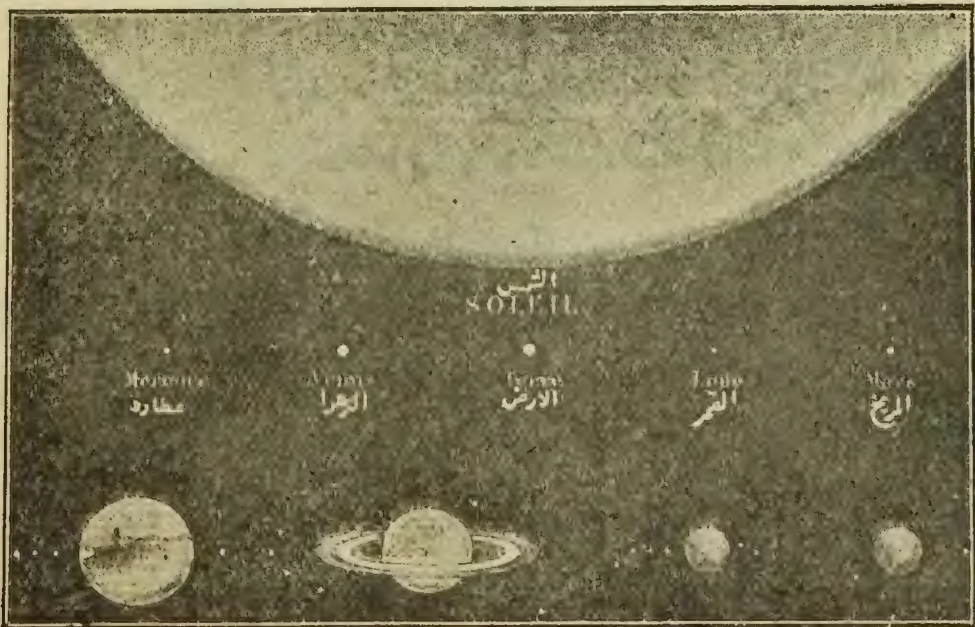
(٣) هو أكبر السيارات حجما وهو = حجم الارض ١٣٠٠ مرة وبعدة المتوسط عن الشمس = ٧٧٠ مليون كيلو متر ومدة دورته السنوية تساوي ١٢ سنة أرضية

(٤) اختص زحل من بين السيارات بالحلقات ذات المركز الواحد المنفصلة عن كرتة وتدور حوله في مستوى خط استوائه . وبعدة المتوسط عن الشمس = بعد الارض تسع مرات ونصف مرة . وحجمه = حجمها ٧١٨ مرة . ومدة دورته حول الشمس $29 \frac{1}{3}$ سنة تقريبا

السماوية التى يظهر أن النجوم مرصعة عليها كما كان زعم المتقدمين على الخلف
بيدهم . وكل هذه السيارات تتم دورتها حول الشمس فى أزمان لا متساوية ولا متغيرة .
وبالجملة فإن المجموعة الشمسية ثبت أن عدد كواكبها ٢٠٩ ويمكن ترتيبها على
الوجه الآتى

- (١) الشمس وهى الجسم المركزى المضىء بنفسه لينوع للحرارة
(٩) تسع سيارات أصلية السبعة المتقدمة ثم أورانوس ^(١) المكتشف سنة ١٧٨١
ثم نبتون ^(٢) المكتشف سنة ١٨٤٦

(١) كان أحد الفلكيين يبحث بالنظارة صورة الجوزاء بين الساعة ١٠ ١١ ١٦
ليلا فاكشف هذا السيار وهو فى ضوء نجمة من القدر السادس ويرى بالعين
المجردة ومدة دورته حول الشمس ٨٤ سنة تقريبا وبعده المتوسط عنها ٧٠٨
مليون أفرسخ وحجمه = حجم الأرض ٦٩ مرة و (شكل ٣٥) يوضح نسبة
حجوم السيارات الى الشمس مع اعتبار أن هذا الشكل يبين جزءاً من قرص الشمس
(٢) هذا السيار لا يمكن رؤيته الا بالنظارات فتظهره



المشتري

زحل
(شكل ٣٥)

اورانوس

نبتون

(١٩٠) مائة وتسعون سياراً . مختلفة الأبعاد عن الشمس ومكونة لحلقة بين المريخ والمشتري . اكتشفت في القرن التاسع عشر . وتسمى سيارات تلسكوبية وثبت أن لكل من المشتري وأورانوس أربعة أقمار والمريخ قرين وقمران لنبتون (٩) تسع سيارات من ذوات الذنب الدورية ^(١) وهذه الكواكب السيارة

٢٠٩

كنجمة من القدر الثامن وبعده المتوسط عن الشمس = مليون فرسخ تقريباً ومدة دورته حول الشمس ١٢٥ سنة

(١) ذات الذنب تظهر كنجمة يحاط قلبها المستضيء بسحابة مستنيرة كثيراً أو قليلاً . وسماها قدماء الفلكيين بالشعور . وكثيراً ما يتصل بذلك ذنب مستضيء يختلف طوله من نجمة إلى أخرى أو في النجمة الواحدة في أوقات مختلفة . وقد شوهدت نجوم ذات ذنبن فاكثر . وقد تكون خالية من الذنب أو عن القلب اللامع . وحركتها قد تكون من الغرب إلى الشرق وبالعكس

وذوات الأذنان لا ترى إلا في جزء صغير جداً من مدارها حينما تصير في أقرب بعد لها عن الشمس وعن الأرض . وذلك لأن مداراتها حول الشمس أما قطاعات ناقصة طويلة جداً أو منحنيات غير محدودة . ولذلك يقال إن من ذوات الأذنان ما لا يرجع ثانياً . ومنها ما شوهد رجوعه وأمكن معرفة مدة مداره . وتسمى هذه بالسيارات الدورية والمعروف منها إلى زمن غير بعيد ٠٩ . وأما جملة ذوات الأذنان فتعد بمئات الألوف . على أن المجموعة الشمسية برمتها لم تشغل إلا جزءاً يسيراً من الكون المملوء بمجموعات تفوق العقل عدداً وحجماً

تفنيه — الشهب — الكرات النارية — الحجارة الجوية — النور البورجي قال بعض الفلكيين أن السحابيات أو (السدام عند العرب) مؤلفة من مادة لم يتم تكاثفها حتى يتكون منها جسم سماوي حقيقي . بل جواهرها

كلها تنتقل حول الشمس بحركة طردية (معتدلة) أى من الغرب الى الشرق
السيارات العلوية والسفلى — السيارات العليا هي التي بعدها عن الشمس
أكثر من بعد الارض عنها وهي المريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون .
والسفلى هي التي بعدها عن الشمس أقل من بعد الارض عنها وهي عطارد والزهرة

لطيفة متفرقة ولها حركة في الكون وفي حينها تدخل في حدود جاذبية الشمس
فتفقد هيئتها الكرية وتستطيل لتأثير الجذب على مقدمها أكثر من مؤخرها
فيمتد كاتف المقدم أكثر ويستدير كلما قرب من الشمس فيصير نواة والمؤخر
ذنبا فتكون نجمة ذات ذنب . والنواة ربما أتمت دورتها حول الشمس قبل الذنب
فيتطاول أكثر الى أن يصير حلقة تامة تدور حول الشمس . وقد تقترب
في حركتها من الارض فتجذب الارض منها قطعة صغيرة تحدث ظواهر الشهب
والكرات النارية والحجارة الجوية . لأنها حينئذ تظهر على هيئة أجسام
صغيرة مضيئة فاذا اختفت بسرعة سميت (شهباً) واذا أبطأت في الحركة
وتمزقت بالقرب من الارض غالباً وأحدثت فرقة . وأنتجت أحيانا اهتزازات
قوية سميت (الكرات النارية) فاذا سقط بعض أجزائها على الارض سميت
هذه الاجزاء (حجارة جوية) وقد عرف أنه يدخل في تركيبها الحديد والسليس
والنيكل وغيرها . ولون الشهب والكرات النارية يتغير وقد وجد في حادثة
شهابية ثلثا الشهاب أبيض والثلث الآخر بين أصفر وأصفر محمر وأخضر وقد
عين ارتفاع عدد عظيم من الشهب فاختلف من ٨ كيلو مترات الى ١٠٠٦٦٠
٢٠٠٦ ولا تظهر الشهب بعدد واحد في جميع الليالي بل تزداد في ١١ اغسطس و
١٣ نوفمبر وأقل منها في ٢٠ ابريل و٢٧ نوفمبر و١٨ و٢٠ اكتوبر و٩ و٦
١٣ ديسمبر

الفصل الثالث

الحركة الدورانية للسيارات — المدار الظاهري لها — الدورة الاقترانية

الاجتماع العلوى والسفلى — الدورة النجمية

الحركة الدورانية للسيارات — هي دورانها حول نفسها من الغرب الى

الشرق كما ثبت بمشاهدة كلفها في عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس . وأما باقى السيارات فقد تعذر اكتشاف هذه الحركة لها لصغر حجمها

المدار الظاهري للسيارات — الحركة الطردية — الوقوف والتقهقر —

إذا علم ميل الكوكب ومطلعه المستقيم كل يوم وقت مروره بمستوى الزوال ووضع ذلك على كرة صناعية سماوية . ثم وصلت هذه النقط كان ذلك خطا يمثل مدار السيار . وهو منحني مركب من تعاريج يمتاز بها عن الدائرة الكسوفية (وهذه حقيقة المدار) ولكن للسيار فيه ظواهر عجيبة . فانك بعد أن تراه يتحرك مدة ما في جهة حركة الشمس الظاهرية أعني في الجهة الطردية . ترى حركته تأخذ في البطء شيئا فشيئا ثم يقف

وبعد ذلك تتزايد حركته في جهة عكسية أى تصير حركة تقهقرية وتستمر

الى أن يقف بالثاني . ثم يبتدىء ثانيا في حركته الطردية . وبذلك يكون قد رسم على القبة السماوية أحد التعاريج المشار اليها ^(١)

(١) وليبانه نفرض في (شكل ٣٤) أن $\text{ن ز ز}^{\text{ن}}$ المدار الذي ترسمه الزهرة

حول الشمس في ٢٢٥ يوما تقريبا . ففي الاجتماع السفلى تكون في ز بين

الشمس والارض على خط مستقيم مار بهما تقريبا لقطع النظر عن ميل هذا

المدار على الدائرة الكسوفية

وبعد هذا الاجتماع ترى أن الارض والزهرة يتحركان في مدارهما طرديا

الدورة القمرانية - هي دووة السيار في كامل هذا المدار الظاهري فتشمل الحركة الطردية والوقوف والتقهر. وبعبارة أخرى هي الحركة في المدة التي تمضي بين رجوعين متواليين لوضع واحد تكون فيه الشمس والارض والسيار على استقامة واحدة كرجوع السيار السفلي الى أحد الاجتماعين وكرجوع السيار العلوي الى اجتماع أو استقبال. وهذه الحركة للسيارات السفلية تخالفها للسيارات العلوية

فالسيار السفلي في هذه الحركة يتحد طوله مع طول الشمس مرتين يقال له فيهما انه في الاجتماع العلوي أو السفلي كما تقدم ويصير غير منظور لاختفائه في الاشعة الشمسية وليس له استقبال فالنهاية العظمى لتباعد عطارد عن الشمس شرقا أو غربا 23° وللزهرة 48° . وأما السيار العلوي فله اجتماع واحد بمعنى أنه يتحد طوله مع الشمس في مدة دورته مرة واحدة. وله استقبال يكون بعده فيه عنها 180° (١)

في جهة واحدة الا أن الارض تتحرك بسرعة زاوية أقل من سرعة الزهرة فيظهر للراصد على سطح الارض أن الزهرة تتباعد عن الشمس الى أن يصير موقعها على السماء ع بعد أن كان ع ثم تتناقص سرعتها وتميل شيئاً فشيئاً الى ن التي يصير فيها الشعاع البصري ص مماساً للمدار ومنسقطاً على السماء في ع ويظهر انعدام سرعتها حينئذ وهذا هو الوقوف

ثم تبتدى في القوس الذي تظهر انها تقرب فيه من الشمس شيئاً فشيئاً وترجع من ع الى ع وهذا هو التقهر الى أن تتوسط الشمس بينها وبين الارض على خط مستقيم ثانياً وهذا هو الاجتماع للعلوي. وهكذا كلما قطعت الزهرة قوساً من السماء يرى انها وقفت ثم رجعت فيه بالثاني وان كانت حركتها طردية في مدارها أي من الغرب الى الشرق دائماً. وهكذا عطارد

(١) والنمثلة للسيارات العليا بالمريخ. فاذا فرض ان الارض (في شكل ٣٤) ض بين الشمس والمريخ على المستقيم الواصل بينهما والمريخ منظور من الارض

المستقيم المار من مركز الشمس والسيار الى القبة السماوية) من نقطة معينة بنجمة مثلا الى هذه النقطة وبذلك يكون قد أتم مداره حول الشمس

فاذا كان السيار سفليا أتم دورته النجمية في مداره حول الشمس في حين أن الارض لم تقطع من مدارها الا زاوية مّا فيحتاج السيار الى زمن آخر يقطع به هذه الزاوية ليحصل الاجتماع ثانيا وتم الدورة الاقترانية له^(١) . والعلوى بالعكس

(١) فمثلا في (شكل ٣٤) اذا كانت الزهرة في ز والارض في ض وابتدأتا حركتهما معا رجعت الزهرة الى ز في حين أن الارض لم تقطع الا زاوية مّا تقرب من زاوية ض ض فتحتاج الزهرة الى أن تقطع هذه الزاوية ليحصل الاجتماع^٤

ثانيا وتم دورتها الاقترانية

وهذا الجدول يوضح مدد الدورات النجمية للسيارات الأصلية بأيام وسطية أرضية . ويوضح الابعاد المتوسطة لها عن الشمس بدلالة البعد المتوسط للارض عنها المأخوذ وحدة

اسماء السيارات	مدد السيارات النجمية مبينة بأيام وسيطة	البعد المتوسط للسيارات عن الشمس مبينا بالبعد المتوسط للارض عن الشمس
عطارد	٨٧ و ٩٦٩	٠ و ٣٨٧
الزهرة	٢٢٤ و ٧٠١	٠ و ٧٢٣
الارض	٣٦٥ و ٢٥٦	١ و ٠٠٠
المريخ	٦٨٦ و ٩٨٠	١ و ٥٢٤
المشتري	٤٣٣٢ و ٥٨٥	٥ و ٢٠٣
زحل	١٠٧٥٩ و ٢٢٠	٩ و ٥٣٩
اورانوس	٣٠٦٨٦ و ٨٢١	١٩ و ١٨٣
نبتون	٦٠١٢٦ و ٧٢٠	٣٠ و ٠٥٥

بقي تنمة للتنبيه صحيفة ٥٣ أغفلنا ذكرها وهي أن النور البرجي هو هيئة مخروط مستضي يرى بعد غروب الشمس عقب الشفق أو صباحا قبل شروقها

البَابُ الثَّالِثُ

في الأرض وما يتعلق بها

الفصل الأول

كروية الأرض وانعزالها في الفراغ — خطوط الطول والعرض الجغرافية
كيفية تعيين العروض

كروية الأرض وانعزالها في الفراغ — كان المتقدمون من الفلاسفة
في ارباب من كرية الأرض وانفصالها في الفراغ . وتحركها حول نفسها مدة
الحركة اليومية . وحول الشمس مدة الحركة السنوية حتى اختلفت مزاعم قوم الى
أنها قرص ساج في الماء أو محمول على قرن ثور . ولكن الأدلة الكثيرة لعلم
الفلك الجديد لم تبق لذلك الارتياب مجالا . ومما يزيل الشك في كرية الأرض
وانفصالها في الفراغ ما يأتي

ظهور الأفق على شكل دائرة في جميع البقاع والأقطار ^(١) — اتساع هذه
الدائرة كلما ارتفع الراصد عن سطح الأرض — تغيير كل من السميت و منظر
السماء و ارتفاع القطب . بسبب تغير الأفق ^(٢) — ظهور أعلى الاشياء قبل
أسفلها عند قدومها أو القدوم اليها ^(٣) — تحذب سطح الماء في البحار

وعلى الخصوص يرى هذا الضوء مساء نحو وقت الاعتدال الربيعي وصباحا
نحو وقت الاعتدال الخريفي ويشترط لظهوره أن يكون لون السماء رائقا وضوء
القمر غير موجود

(١) ارجع الى صحيفة ١٠ و (شكل ٤) (٢) تقدم شرحه في صحيفة ١٢
و (شكل ٥) (٣) فلو رصدت سفينة في البحر ترى منها أولا عند اقترابها
منك أعلى أجزائها (الصاري) وكذلك الراكب في السفينة عند اقترابها من

والبحيرات ^(١) — تمكّن الملاحين و (الطيارين) من الطواف حول الارض في آجاء واحد ^(٢) — شروق وغروب الكواكب المنتشرة في الفضاء المختلفة الأبعاد . على التعاقب فوق أفق بعد أفق كما سبق بيانه في الحركة اليومية

الشاطئ أول ما يرى قمم الجبال وأعلى المنارات والمنازل . وذلك لأن انحناء سطح الماء يحول بين العين وبينها (١) قام أحد المهندسين بتجربة لذلك حاصلها انه ثبتت ثلاثة قضبان على استقامة واحدة في بركة هادئة وجعل البعد بين كل قضيب ثلاثة أميال والاجزاء الظاهرة من القضبان متساوية (٤ أمتار تقريبا) فرأى بالمنظار أن القضيب الأوسط أعلى من الآخرين بستة أقدام تقريبا . وهذا يدل على انحناء سطح الأرض (٢) أول من بدأ هذا الطواف (مجلان) الملاح الأسباني حيث ابتدأت سفنه من اسبانيا نحو الغرب سنة ١٥١٩ وانتهت اليها سنة ١٥٢٢ وقد يعترض بما يأتي

أولا — كيف تبقى الأرض معلقة في الهواء بدون حامل

ثانيا — كيف تبقى السكان والأشياء الشاغلة لسطح الارض (من حيوان ونبات وجماد وماء وهواء) ساكنة على جوانبها ومن أسفلها

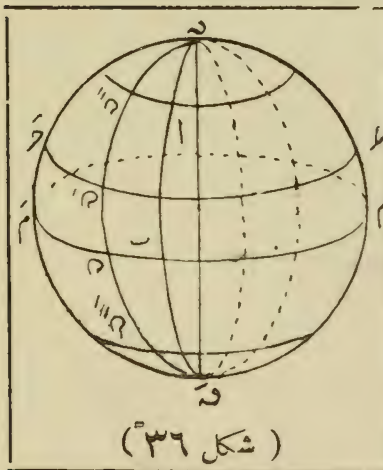
ثالثاً — يلزم أن سكان النقطة المناظرة لنا تكون رؤسهم الى أسفل وأقدامهم الى أعلى مع أنه لم يسمع ذلك . ولكن من له دراية بعلمي الطبيعة والميكانيكا لا يحتاج الى أدنى تنبيه لحل هذه المشكلات ومجمل القول فيها ما يأتي يجاب عن الأول بما ثبت في علم الطبيعة من جاذبية الجسم الأكبر للأصغر . فكتلة جسم الشمس أكبرها جاذبة . لجسم الأرض . وبأضافة ذلك لما ثبت في علم الميكانيكا من الحركة الطردية للأرض نشأ انتظام الارض في مدارها حول الشمس فلا تسقط عليها اتباعا للجذب ولا تميد في الفضاء اتباعا للسرعة الابتدائية

ويجاب عن الثاني بقانون الجذب الطبيعي أيضاً فان مجسم الارض جاذب لما على سطحها بل جميع أجزائها منجذبة نحو مركزها وهذا يمنع سقوط أجزائها وما على سطحها نحو الفراغ . فكل جسم له ثقل أكثر من ثقل الهواء دائما

قطبا الارض — هما نقطتا تقابل محورها بسطحها شمالا ويسمى (القطب
لشمالى) وجنوبا ويسمى (القطب الجنوبي) . وقد تقدم أن محورها قطعة من محور
العالم ^(١)

خطوط العرض الجغرافية — هي دوائر في سطح الارض متوازية وعمودية
على محورها . واحدى هذه الدوائر المتحد مركزها مع مركز الأرض تسمى (خط
الاستواء) وهو أعظمها انساعا . بعد كل منها عن خط الاستواء يسمى (عرضا
أو عرض البلد) وتحسب العروض من 0° الى 90° وتسبق بعلاوة — اذا كانت
جنوب خط الاستواء ^(٢)

يهبط نحو مركز الأرض في اتجاه رأسى المحل اذا ترك ونفسه . وأما ما يرى من
ارتفاع بعض الأجسام كال دخان والبخار ونحوها فلخفتها عن طبقات الجو
ويجاب عن الثالث . بأن الأعلى والأسفل أمران اصطلاحيان ينسبان
في كل أفق الى اتجاه الخط الرأسى لهذا الأفق فلا أعلى ولا أسفل بالنسبة الى
كتلة الكرة الأرضية . ولذلك يمكن أن يعتبر كل واحد منا محله الذى هو
فيه قمة الكرة الأرضية وأعلاها . وقد علمت أن رأسى كل مكان يخالف
الآخر ويتغير بانتقال الراصد على سطح الارض بدون شعوره . فالأعلى
والأسفل في النظر باعتبار رأسيه وعلى اعتدال قامة الشخص هناك وأن كانا
على عكسهما عندنا

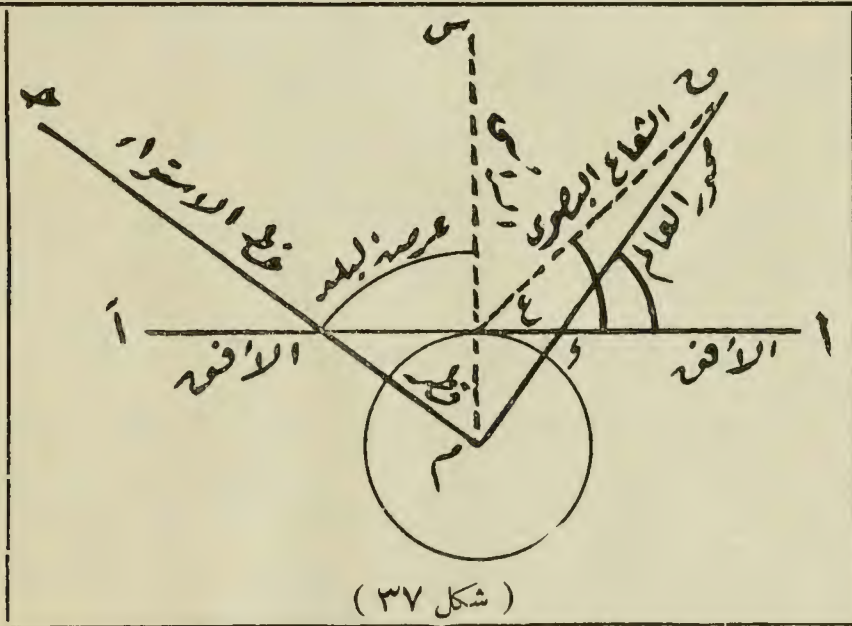


(١) في (شكل ٣٦) $ص$ و $ع$ هما قطبا الارض
ومحورها الخط الواصل بينهما

(٢) الدوائر العمودية على المحور نحو دائرة
ح ح م م هي خطوط العرض و م م هو خط
الاستواء فهو الدائرة العظيمة التي تقسم الأرض
الى نصفين شمالى وجنوبى وما عداها يصغر كلما

قرب من القطبين وتسمى هذه الدوائر المتوازيات العرضيه

تعيين العرض — تمهيد . عرض أى مكان = ارتفاع القطب عن أفقه
ذلك لأن الزاوية المحصور ضلعاها بين عين الراصد وأفقه والقطب =
الزاوية المحصور ضلعاها بين مركز الارض ومستوى خط الاستواء والرأسى لتعامد
ضلعيهما بفرض أن الراصد فى مركز الارض . اذ لا تقدير لنصف قطر الارض
بالنسبة الى بعد القطب . وحينئذ . يكفي اتعيين العرض اننا نعين ارتفاع القطب
بطريقته المتقدمة (١)



(١) فى شكل ٣٧ نجد أن الزاوية التى رأسها المركز م وضلعاها خط الرأسى
م س وخط الاستواء م ح (وهى التى يكون قوسها هو العرض) والزاوية التى
رأسها ا وضلعاها ا س من الافق و ا م من المحور متساويتان . لتعامد ضلعيهما
إذ أن ا م عمودى على م ح و ا س عمودى على م س . ولا يقال أن ارتفاع
القطب لا يقدر بالزاوية التى رأسها ا وضلعاها ا س و ا م بالزاوية التى
رأسها عين الراصد وهى ع وضلعاها ع م و ع ا . لأننا نقول نعم وان كان ع م
هو الضلع الحقيقى لأنه الشعاع البصرى للراصد و ا م هو العمودى ويظهر
لنا الفرق بينهما وهو نصف قطر الارض لكن لما كان البعد شاسعا بين القطب
والراصد انطبق كل من ع م و ا م ولم يؤثر نصف القطر فى الارصاد ولا
فى التقويم

ويمكن معرفة العرض بواسطة الشمس فان (٩٠° - ارتفاع الشمس عن
الافق) مضافا اليه ميل الشمس على حسب علامته = العرض

خطوط الطول — هي أنصاف دوائر عمودية على خطوط العرض ومحصورة بين القطبين ويعتبر أحدها مبدأ (على حسب اصطلاح كل جهة) كالخط المار برصدخانه القاهرة في مصر أو باريس في فرنسا أو جرينوتش في إنجلترا فبعد أي بلد (وضع على خط من خطوط الطول) عن المبدأ يسمى (طول هذا البلد) ويقدر بمقياس قوس من خط الاستواء محصور بين دائرة الطول المعتبرة مبدأ ودائرة الطول المارة بذلك البلد. وتعتبر الأطوال من 0° إلى 180° شرق أو غرب المبدأ (١)

وتعني الأطوال بواسطة ساعتين مضبوطتين — أحدهما في المبدأ والآخرى في المحل المراد تعيين طوله ثم ينظر فيهما في وقت واحد (يحدد بواسطة اشارات نارية أو تلغرافية أو حوادث سماوية^(١)) ثم يحول الفرق بينهما إلى درج ودقائق قوسيه وهو طول هذا المحل ويمكن نقل الساعة المضبوطة من مكان المبدأ إلى المكان المراد تعيينه ويحول الفرق بين وقتها ووقت ساعة مضبوطة في هذا المحل إلى درج ودقائق كما تقدم وذلك ما يفعله الملاحون والسواحون

(١) ففي (شكل ٣٦) المنحنى ٥ ٥ ٥ ٥ ٥ ٥ يمثل خطاً من خطوط الطول وتسمى بالمستويات الجانبية (٢) مثل كسوف توابع المشتري ثم أن خطوط الطول كلها متساوية وهي أنصاف محيطات دوائر. وتقع غرب أو شرق المبدأ. ووقت الزوال واحد في البلاد الواقعة على خط واحد منها. ومتقابلة عند القطبين. وجوها مختلفة. بخلاف خطوط العرض فأنها دوائر تامة. وتصغر كلما قربت من القطبين. وتقع شمال أو جنوب خط الاستواء. وكلها متوازية. وجوها متحد

تنبية — الخط الدولي لتغيير التاريخ. إذا أضيف إلى ما تقدم أن المسافر نحو الشرق مثلاً كما سار 15° تقدم شروق الشمس في حقه ساعة فلو استمر إلى تمام دورته حول الأرض تراه يربح يوماً لأن $(360^{\circ} \div 15^{\circ} = 24 \text{ ساعة})$

الفصل الثاني

تخطيط الأرض عند القطبين — مقادير الكرة الأرضية

تخطيط الأرض عند القطبين — الأرض ليست تامة التكوين بل منتفخة عند خط الاستواء ومبعدة عند القطبين. والاتساوت أبعاد أقطارها. وتساوى وزن الشيء بميزان واحد في جميع بقاعها وليس كذلك لما ثبت بالتجارب الآتية أولاً — قيس خط الاستواء وخط من خطوط الطول فوجد أن طول الأول ٤٠٠٧٦٦٣٠ مترًا وطول الثاني ٤٠٠٠٨٠٣٢ مترًا. ومعلوم أن القطر = المحيط ÷ النسبة التقريبية. وبذلك تبين أن محيط و قطر الأرض عند خط الاستواء أطول منهما عند القطبين وهذا دليل عدم تمام التكوين^(١)

ثانياً — وزن شيء واحد بالميزان ذي النابض عند خط الاستواء وفي الجهات البعيدة عنه بالميزان نفسه فوجد أنه بالقرب من القطبين أثقل منه عند خط الاستواء وماذا لا تسلط جذب مركز الأرض على الموزون عند القطبين أكثر منه عند

فيصير يومه الاثنين بعد أن كان الثلاثاء وبالعكس إذا سار من الشرق إلى الغرب ولذا اختاروا الخط المقابل لخط زوال جرينوتش المار معظمه من المحيط الهادئ لتغيير التاريخ عنده فالذي يتخطاه إلى الغرب يزيد تاريخه يوما والذي يتخطاه إلى الشرق ينقص تاريخه يوماً وسموه الخط الدولي لتغيير التاريخ

(١) طريقة القياس — واضح أنه يصعب قياس محيط الأرض كله أو خط طويل منه لعدم انتظام سطح الأرض بمافيها من الوديان والجبال والانحدارات والبحار والبحيرات وغيرها. ولذلك يكتفى بتقدير قوس قدره درجة أو درجتان أو ثلاث. بالامتار. وبواسطة الحساب ينتج المحيط بأكماله

فإذا كان طول قوس عدد درجاته \div يكون طول المحيط $360 \times \div$ ل ÷ \div وطول القطر $360 \times \div$ ل ÷ ط \div وقد قيست أقواس مقدار كل منها درجة

خط الاستواء لقصر نصف القطر عند القطبين وهذا دليل التبسيط والانتفاخ أيضاً

واحدة في عروض مختلفة بين (حرينوتش وجزيرة فرمنترا في انكلترا) وفرق عرضيهما $12^{\circ} 27'$ فالأطوال المتوسطة لستة أقواس من الخط الجانبي المحصور بين هاتين النقطتين طول كل قوس منها درجة واحدة هي

أقواس	عروض متوسطة	طول قوس 1° بالمتر
من حرينوتش الى دنكر ك	$15^{\circ} 51'$	١١١٢٨٥٣٥
من دنكر ك الى بنتيون	$56^{\circ} 49'$	١١١٢٦٥٩٨
من بنتيون الى ايفو	$31^{\circ} 47'$	١١١٢٣٠١٨
من ايفو الى كركسوه	$42^{\circ} 44'$	١١١٠٥٠٩٧
من كركسوه الى منتجوى	$17^{\circ} 42'$	١١١٠١٨٠٣
من منتجوى الى فرمنترا	$1^{\circ} 40'$	١١١٠٠٨١٣

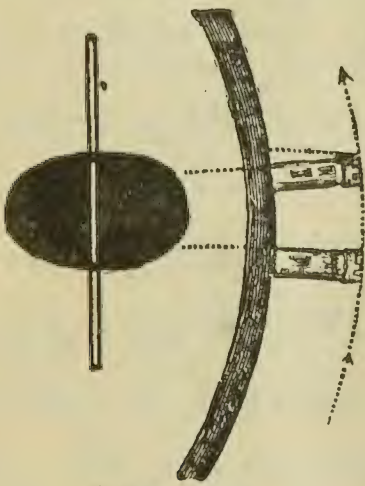
ويؤخذ من ذلك أن طول الدرجة يزداد كلما ازداد العرض يعنى كلما بعدت الدرجة عن خط الاستواء وقربت من القطبين

وقد يطلق التبسيط على خارج قسمة الفرق بين المحور الاكبر (القطر الاستوائى) وبين المحور الاصغر (القطر القطبى) على المحور الاكبر . فاذا كان المحور الاكبر ١ والمحور الاصغر ب يكون التبسط $1 - ب \div ١$ وقد تبين من الأقيسة انه $1 \div ٢٩٩$ بمعنى أن القطر الاستوائى يزيد عن القطبى بقدر جزء واحد من ٢٩٩ جزءاً

وأول من اهتمدى الى ايجاد طول محيط الارض هو (أرسطو) اليونانى الذى كان يقطن مدينة الاسكندرية . وذلك انه شاهد فى ظهر يوم ٢١ يونيه أن أشعة الشمس عمودية على مدينة (سيني) التى كانت واقعة على مدار السرطان تقريباً وقريبة من المكان الذى أسست فيه اسوان الحالية . وشاهد أيضاً أن الشمس فى اليوم المذكور كانت مائلة عن سمت الاسكندرية بمقدار $7\frac{1}{4}^{\circ}$. وقدر المسافة بين الاسكندرية وسيني بنحو ٥٢٠ ميلاً وبالكمية المتقدمة أمكنه معرفة طول المحيط والقطر . والقياس له طرق كثيرة أسهلها

فثبت أن المستويات الجانبية قطوع ناقصة^(١) أصغر أقطارها قطرها القطبي وأكبرها قطرها الاستوائى . ويتحصل على شكل الأرض بتدوير القطع الناقص حول محوره القطبي^(٢)

توشيح عجله بعداد وأضبطها طريقة السلسلة المثلثية على ما فيها من الصعوبة (١) قالوا ان سبب تبسيط الأرض وانتفاخها أن حركة الأرض حول محورها نشأ عنها قوة مركزية طاردة تضاد قوة الثقاقل . ولذلك مالت عناصر الأرض (حين سيولتها قديما) الى بعدها عن محور الدوران فتكون معظمها حول خط الاستواء لشدة الحركة عنده . واستمرار هذه الحركة (مع التبريد المتوالى للطبقة الظاهرة من الأرض حتى جمدت) حفظ للجسم الأرض ذلك التشكل الى الآن . وثبت ذلك بتجربة (بلاتو) الذى أتى بنقطة زيت ووضعها فى مخلوط (كثافته ككثافة الزيت) من الماء والكحول فأخذت شكلا كريا

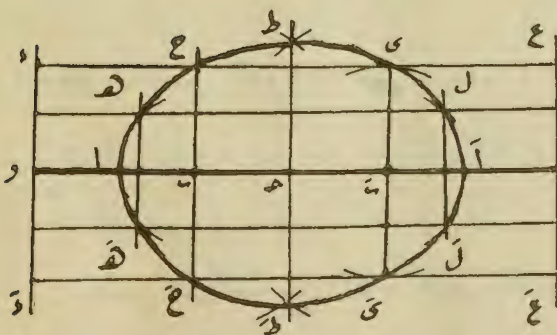


(شكل ٣٨)

ثم أدارها بواسطة صفيحة رقيقة معدنية مارة بمركز نقطة الزيت فشاهد أنها تشكلت بشكل منتفخ عند خط استوائها ومبسط عند قطبيها (طرفى الصفيحة) (شكل ٣٨)

(٢) فيتعلق شكل الجسم الناقص بالنسبة التى بين طول محوريه الأكبر والأصغر أو الكسر الذى يقاس به التبسيط . ويرسم هذا القطع

الناقص طرق . منها . أن يخط مستقيم بقدر المحور الأكبر (أ ب) المحور الاستوائى (شكل ٣٩)



(شكل ٣٩)

ويؤخذ على منتصفه عمود ط ب بقدر المحور الأصغر ثم يعلم على الأكبر بنقطة ب . بحيث تبعد عن أ بقدر البعد الحضيضى . ثم نمد المحور الأكبر من جهة أ الى

مقادير الكرة الأرضية — بعد معرفة طول المحيط الجانبي والاستوائى بواسطة الأقيسة التى أجريت . سهل العلم بانضاف الاقطار والسطح والحجم .
فنصف القطر القطبي = ٦٣٥٦٥٥٠ متراً والاستوائى = ٦٣٧٨٤٠٠ متراً
و المتوسط ٦٣٧١٠٠٠ متراً و المحيط الجانبي ٤٠٠٠٨٠٣٢ متراً و الاستوائى
٤٠٠٧٦٦٣٠ متراً و السطح الكلى للأرض ٥٠٨٦٠٠٠٠٠ كيلو متر مربع
وحجم الارض ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ١٠٧٩ ٥٠٠ كيلو متر مربع

الفصل الثالث

الجو — السفوف — الفجر

الجو — الضوء — تشرب الضوء — انخفاض القبة السماوية — الانكسار
الفلكى — فالجو هو طبقة جسيمة من الهواء^(١) تحيط بالارض على سمك ٦٤ كيلومتر

وبحيث ان نسبة ب ا : ا و = ا (الاختلاف المركزى للأرض) ثم نقيم على
المستقيم عند و العمود د و يسمى الدليل وهكذا فى الجهة الاخرى نأخذ
ب تبعد عن ا بقدر البعد الخفيضى ونمد المستقيم من جهة ا بالنسبة
المذكورة ونقيم الدليل ع ع الح فكل من ب و ب بورة للقطع نركز فى كل
منهما بفتحات متتابعات أكبر من البعد الخفيضى وأصغر من الأوجى مثل ب
ه و ب ل و ب ح و ب ي و ب ط و ب ط و نرسم أقواسا فوق وتحت
المحور ثم نعين على كل قوس نقطة بحيث تكون نسبة فتحة الفرجال الى بعد هذه
النقطة عن الدليل كنسبة ا الى ا و . بحيث لو مددنا بين كل نقطتين فوق وتحت
المحور مستقيما كان موازيا للدليل نحو المستقيمات ه ه و ح ح و ط ط و
ى ى و ل ل ومنها . أن يركز بدوسين مثلاً فى بورتى القطع ثم يخلق بخيط
مرتبط الطرفين على الدبوسين ويوضع القلم فيه ويدار حول الدبوسين تبعاً لامتداد
الخيط فيرسم مستويا جانبيا ناقصا .

(١) يتركب الهواء من غازات ضرورية لوجودنا أهمها الاكسيجين (كلمة
لاتينية معناها غاز الحياة) والأزوت (لاتينية أيضا معناها ملطف الهواء)
بنسبة ٢٠ر٨ من الاول الى ٧٩ر٢ من الثانى

على الأكثر ^(١) وليس الهواء منتشرًا إلى نهاية الفضاء (لأن الأرض جاذبة لجميع جواهره) ولذلك يتبعها في جميع حركاتها

وللهواء ثقل وكثافة وقوة انتشار كبقية الغازات إلا أن هذه القوى في الطبقات السفلى أكثر منها في العليا لضغط العليا على السفلى الحاملة لها ^(٢) وهو موصل غير جيد للحرارة ^(٣) وأيضاً فإنه جوهر اضاءة بمعنى أن جزيئات الهواء (الذرات المعلقة فيه) هي التي تعكس الأشعة الضوئية الواقعة عليها مباشرة في جميع الجهات وكذلك الأشعة المنعكسة ببعضها على بعض. وينتج من تلك الانعكاسات المتتابة اضاءة المحال التي لا تقع عليها أشعة الشمس مباشرة ويسمى

(١) هذا مأخوذ من الارصاد التي أجراها الفلكي الشهير (لكاي) برأس عشم الخير بخصوص الشفق ومن حساب الفلكي يوت المؤسس على أرصاد غيلوساك وان اختلفت بين ٥٩٦٤٨ كيلو متر إلا انه يمكن بدون خطأ كبير أن نعتبره $\frac{1}{3}$ من نصف قطر الأرض وهو ٦٤ كيلو متر تقريباً. وبعدهذه النهاية لا يوجد شيء من الهواء بل المسافات الفلكية تكون عارية عن وجود أي مادة مهما كانت درجة لطافتها وشفافتها والا استنارت بوقوع الشمس عليها. ويظهر لنا النور حول الأرض بعد انتهاء الشفق. وظلمة الليل لا تكون تامة كالمادة وان كان الجو لا يخلو من نور ضعيف ناشيء بعضه من النجوم وبعضه من الضوء المنتشر. وأيضاً لو وجدت مادة بعد الهواء لما شاهدنا أن جميع الكواكب السيارة تقطع مداراتها في المسافات الفلكية بدون أن يعرض لحركاتها أدنى مقاومة. وأقول ان هذا لا يدل على القطع بعدم المادة خصوصاً بعد أن علمنا أن الاستنارة لا بد لها من الذرات التي تعكس الاضواء ومتى خلصت المادة منها لا يلزم اضاءتها وحينئذ يقبل قول أفلاطون انها الاثير وهي مادة أرق وأصفي وأنتى من الهواء

(٢) فطبقات الهواء كلما قربت من نهاية الجوفى الأعلى تخالفت وامتدت جواهرها وقلت كثافتها وثقلها فتضعف قوة انتشارها. والا لا تنتشر الهواء في الفضاء جبراً عن قوة جذب الأرض له.

(٣) ثبت أن حرارة الجو تنقص ١ درجة في كل ٢٠٠ متراً من الارتفاع تقريباً لغاية ٧٠٠٠ متر ويظن أن الطبقات الأخيرة لا تنخفض حرارتها عن ٦٠°

هذا (بالضوء المنتشر) ^(١). والجو يتشرب الضوء ويُضعفه بنسبة تشبع طبقاته الكثيفة ببخار الماء. ولشدة التعم في الأفق عن السميت يرى الكوكب في السميت أقرب وأزهى منه في الأفق ومن ثمت نشأت ظاهرة انخفاض القبة السماوية من الأعلى ^(٢) هذا ويحدث تعتم الجو ببخار الماء انكساراً في الأشعة الضوئية المنبعثة من الكواكب فيرى الكوكب فوق الأفق قبل ظهوره حقيقة. ذلك لأن الضوء يمر من طبقات للجو غير متجانسة الكثافة والامتلاء بالبخار بل تزداد فيه من

(١) ففي الواقع إذا كان الهواء شفافاً بالكلية. (أى لم تتعلق فيه ذرات صغيرة) أولم يكن له وجود فإن حوادث اضاءة النهار تكون مختلفة وينعدم الضوء الا في اتجاه أشعة الشمس نفسها. وجميع الاشياء التي لا يقع عليها ضوء الشمس مباشرة أو الضوء المنعكس من الاشياء الأرضية تبقى في الظلمة. والسما تظهر مظلمة. ولونها الأزرق الذي هو ليس اللون الجو لا يكون له وجود وتشاهد النجوم والسيارات بمجرد النظر في وقت الزوال. ولا توجد ظاهرة الشفق. ويصير المرور من الليل الى النهار وبالعكس فجائياً

(٢) علمنا فيما تقدم ان سبب الضوء وجود الذرات المعلقة في طبقات الهواء الكثيفة ويلزم أن يكون الضوء في الطبقات السفلى أشد منه في العليا كما يظهر ذلك المرتقى على جبل والمرقع بطيارة. وهنا نقول أن فيه ظاهرة أخرى تستلزم العكس وهي تحمّل طبقات الجو السفلى القريبة من سطح الارض لبخار الماء الذي خاصيته تشرب الضوء وتعتمه فينعكس الحمال ويرى الضوء في الأفق أقل منه في السميت حتى قال (بوجيه) أن ضوء الشمس في السميت أشد منه في الأفق بقدر ١٣٥٠ مره. ولذلك نرى الكواكب والسما في الأفق أبعد منها في السميت لان النير يرى دائماً أقرب من المعتم

وهو وان كانت الطبقة المتحملة لبخار الماء تتوسط بين الارض والكوكب بسبك متحد في الأفق والسميت الا أن اشعة الكوكب في افق الراصد تمر منها في مسافة أكثر بسبب تقاطعها معها مائلة لاعمودية كما في السميت فيصير السبك بسبب هذا الميل في الأفق أكثر منه في السميت بقدر ١٥ مرة. ويتبين من ذلك أن منشأ ظاهرة انخفاض القبة السماوية وجود الجو حول الأرض بصفاته المذكورة وان لونها الأزرق انما هو لون الجو نفسه ويقوى هذا رؤيتها

صافيا بعد ذلك الى أن يختفي . وتسمى الظاهرة الاولى بالشفق الاحمر والثانية بالشفق الابيض^(١)

الفجر^(٢) — هو الشفق الابيض المنتشر في عرض الافق الشرقي قبل شروق الشمس وهو يبتدىء قليل اللعان ثم يزداد وضوحاً ولا يلبث كثيراً حتى تشوبه الحمرة عكس حالة الغروب ويستمر ذلك الاحمرار الى شروق الشمس . فالشفق والفجر متشابهان شكلاً متقاربان لونا^(٣) متقابلان وضعاً متعاكسان بدءاً ونهايةً ويغيب كل منهما حينما تكون زاوية انحطاط الشمس عن الافق $= ١٨^\circ$ ^(٤)

الشروق (ومما يقوى هذا زيادة تلك الحمرة وطول مكثها وامتدادها الى الافق الشرقي في الايام الكثيرة البخار والسحب) . وكلما زاد انحطاط قرص الشمس عن الأفق تباعدت أشعتها عن الهواء القريب من سطح الأرض وزال هذا الاحمرار تدريجاً بمعنى انه ينحط جهة الأفق الى أن يختفي ويبقى الضوء الصافي وهو الشفق الابيض

(١) لنفرض في (شكل ٤١) أن الشمس في ش تحت الافق ي ف ف فهي حينئذ وان غربت عن الراصد وصارت أشعتها الضوئية لا تصل اليه الا انها لم تغرب عن نقطة ك من الجو ولا زال الجزء المحصور بين ك و ف من الجو يقابل الاشعة الشمسية فيرى الراصد هذا النور في الغرب وهو المسمى بالشفق . وفي حين صفاء الجو يشاهد خط انفصال تدريجي بين الجو ف ك الواقع عليه أشعة الشمس والجوف ك الذي غربت الشمس عنه . وكلما زاد انحطاط قرص الشمس تحت الافق يقرب خط الشفق منه الى أن ينتهي وتبوارى نقطة ك وهي النقطة العليا من دائرة الشفق حيث تصير في ف من الافق وعند ذلك يبتدىء الليل (٢) يطلق الشفق على ضوء المغرب والصبح الا انه كثر استعمال الشفق

في ضوء المغرب . والفجر في ضوء الصبح

(٣) تكون الحمرة أشد في الصبح لتشبع الجو برطوبة الليل وتميل الى الصفرة في المغرب لقلة هذا من تأثير شمس النهار

(٤) يبتدىء الفجر بالنور الابيض وينتهي بالاحمر ويبتدىء الشفق بالاحمر وينتهي بالابيض

تنبيهان — الاول — مدة مكث الشفق تختلف تبعاً لعظم وصغر الميل في دوائر الشمس اليومية على مستوى الافق وهذا ينشأ عن أمرين — أولهما بعد موضع الراصد عن خط الاستواء . فكلما قرب من القطبين عظم الميل وطالت مدة الشفق وكلما قرب من خط الاستواء صغر الميل وقصرت مدة الشفق . وذلك لانه اذا عظم الميل كبر قوس دائرة الشمس اليومية المحصور بين الافق والدائرة الشفقية — ثانيهما — بعد الشمس عن دائرة المعدل . ففي البلاد التي عروضها شمالية يعظم الميل وتطول مدة الشفق كلما بعدت الشمس عن دائرة المعدل شمالاً وتطول في البلاد التي عروضها جنوبية اذا بعدت الشمس عن دائرة المعدل جنوباً وقد تمكث مدة الشفق طول الليل في العروض النائية عن خط الاستواء ولذلك كان الاختلاف قليلاً في خط الاستواء لان دوائر الميل التي ترسمها الشمس يومياً تكون عمودية دائماً على أفقه ولم يبق الا بعدها عن دائرة المعدل . فأقصر مدة الشفق لا تكون الا في خط الاستواء وقدرها ساعة و١٢ دقيقة . وأقصرها في القاهرة للشفق الاحمر (حصة العشاء) ساعة و١٧ دقيقة نحو ٢٠ مارس وأطولها ساعة و٣٣ دقيقة في المنقلب الصيفي نحو ٢١ يونيه وأقصرها في باريس ساعة و٢٧ دقيقة حينما تميل الشمس جنوب المعدل بقدر ٧° وأطولها في المنقلب الصيفي هناك ساعتين و٣٩ دقيقة

التنبيه الثاني — قصارى الكلام في درجة الشفق ان المتقدمين قالوا يقيب الشفق غرباً ويظهر شرقاً حينما تكون الشمس تحت الافق بقدر يح (١٨°) مقدرة على الدوائر الرأسية (هذا هو المأثور عن قدماء الهيئة) والمراد الشفق الابيض وعليه يكون دخول العشاء عند الامام الاعظم أبى حنيفة وأما دخولها عند بقية الائمة فمتقدم على هذا ضرورة تقدم غروب الشفق الاحمر على الابيض

وأما المتأخرون فقد اختلفت آراؤهم فقال أبو الحسن المراكشي في كتابه (جامع المبادئ والغايات ومن تابعه كابن سميعون والمزى وغيرهما يقيب الشفق (أى الاحمر) ويدخل وقت العشاء عند الامام الشافعي والامام مالك حينما تنحط الشمس عن الافق الغربى بقدر (١٦°) ويبتدىء الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرق بقدر (٢٠°)

وقال الامام الفاضل علاء الدين الشهير بابن الشاطر ومن تبعه كالنصير الطوسي والمؤيد العرضي وابن ریحان البيروني وابن الوفا اليوزجاني وغيرهم من أئمة الرصد والهيئة ان وقت أكثر اللعمان (وقت الاسفار) يوجد عند ما تكون الشمس في ١٨° ووقت أقل اللعمان (وقت الفلاس) يكون عند ما تكون الشمس في ٢٠° ثم قالوا الحق انه يختلف بالنسبة لعرض المحل وصفاء الهواء وكثورته وكثرة البخار وقلته ووجود القمر وغيبوبته وضعف البصر وحدته والذي اعتمد عليه محققوا هذا العلم وعليه عامة المؤقتين الآن أن الشفق الاحمر يقيب في ١٧° ويدخل وقت العشاء ويشرق الشفق الابيض في ١٩° فيبتدىء وقت الفجر . ولما كان منشأ هذا الخلاف من المتقدمين اجراء عمليات أرصادهم على الاسطرلابات وغيرها لعدم وجود الآلات الدقيقة الاكتشاف كالات الحديثة الموجودة الآن بمركز حلوان مناسب أن نطلب من حضرة مدير المرصد بحث هذه المسئلة وسيوافينا بالاجابة بعد اتمام الرصد الجارى الآن بهمة ونشاطه فنقدم له الشكر الجزيل

تمت المذكرة الاولى

ويليها المذكرة الثانية وأولها الشمس وما يتعلق بها

فهرس الجزء الأول من المذكرات فى علمى الهيئة والميقات
وهو على منهاج القسم العالى للازهر ماعدا المواضع المشار أمامها بهذه العلامة *

الموضوع	الصحيفة	الموضوع	الصحيفة
خطبة الكتاب	٢	تقسيم السكواكب الى ثوابت	٣٦
تعريف علم الهيئة	٤	وسيارات	
السكرة السماوية والحركة اليومية	٤٦٦	* ترتيب الثوابت	٣٧
* ظواهر الحركة اليومية	٦	الصور السماوية	٣٨ الى ٤٧
محور العالم والقطبان السماويان	٩٦٨	السكرات السماوية الصناعية	٤٧
سمتا الرأس والقدم والآفاق	٩	وكيفية انشائها	
* تغير الأفق والسمت	١٠	السحابيات والمجره	٤٩
* تغير الأفق يغير منظر السماء	١٢	السكواكب السياره والمجموعة	٥٠
* انتقال الأفق بحركة الأوض	١٣	الشمسية	
اليومية يسبب حركة النجوم الظاهرية		السيارات العليا والسفلى	٥٤
* المقنطرات والرأسيات والزاوية	١٦	الحركة الدورانية للسيارات	٥٥
السمتية والسعة		المدار الظاهرى للسيارات	٥٥
دائرتا المعدل ونصف النهار	١٨٠١٦	الدورة الاقترانية	٥٦
* خط الزوال الجغرافى وتعيينه	٢١٠٢٠٠١٩	الدورة النجمية	٥٧
بواسطة الظلال والارتفاعات		كروية الأرض وانعزالها فى الفراغ	٥٩
والبوصله		قطبا الأرض وخطوط العرض	٦١
الجهات الأصلية والدائرة الكسوفية	٢٣	الجغرافية	
* خطوط الطول والعرض السماوية	٢٤	تعيين عرض المكان	٦٢
الاعتدالان والمنقلبان	٢٥	خطوط الطول وتعيين الأطوال	٦٣
منطقة فلك البروج وتقسيمها	٢٦٠٢٧	تبطيط الأرض عند القطبين	٦٤
مدارا السرطان والجدى	٢٧	مقادير السكرة الأرضية	٦٧
نظارة العبور والدائرة الحائطية	٢٩٠٣١	الجو وتشرب الضوء وانخفاض	٦٧ الى ٧٠
كيفية تعيين القطب السماوى	٣٢	القبة السماوية والانكسار الفلكى	
الصعود المستقيم وكيفية تعيينه	٣٣٠٣٤	الشفق	٧٠
الميل وكيفية تعيينه	٣٣٠٣٤	الفجر	٧١

الصواب	الخطأ	١٩٢٧	١٩٢٨	الصواب	الخطأ	١٩٢٧	١٩٢٨
المعدل	لمعدل	١٩٢٧		واقف	واقف	٩	٦
»	»	٢٣٢٧		أعلى	أعلا	٦	٩
حول	حوا	٢٢٢٧		أعلى	»	٢٢	١٠
الزواية	الزوال	٣٣١		س ح م	ح س م	١٠	١١
٢٤	٢ ٤	١٩٣٣		الرياض في	الرأس	١٢	١١
تعيين	تعيين	٨٣٤		بين	بين	١٥	١١
٩٠°	٣٦٠°	٧٢٥		ح	ح	٢٠	١١
القطبي	القطبي	١٠٢٥		لسطح	لسطح	٢٢	١١
= و س - ح س	= و س ح س	١٢٣٦		س (و)	س	٢٠	١٣
سنطورس	شنطورس	١٨٣٧		ع	غ	١٠	١٤
النهر	الشهر	١٨٣٧		عموديا	عوديا	١١	١٤
سنطورس	شنطورس	٢٠٣٧		يرسم	برسم	١١	١٥
تقسيمها	نقسيمها	٤٣٨		المنطقة	المنقطه	١٥	١٥
شهر	شهر	١٣٣٨		ه ه	ه ه	١٧	١٥
يصل	بصل	١٣٤١		دائرة	ذائرة	١٥	١٦
بمقدار	بقدار	٢٤٣		موازيات	موازية	١٧	١٧
جانبيه	جانيه	١٢٤٧		مارات	ماره	٦	١٨
نيره	نير	١٦٤٧		الدوائر	الدوائر	١٢	١٩
المثبتة	المثبة	١٧٤٨		بعينها	بعينها	٦	٢٠
اليها	اليهما	٢٥١	١٩٢٤ سنة ٤	٥	٥	٣	٢٢
الينبوع	الينوع	٥٥٢		المضاده	المضاوه	٦	٢٢
فيتسكاثف	فينسكاثف	٧٥٤		»	»	٧	٢٢
يهبط	يهبط	٩٦١	١٩٢٤ سنة ٥	٥	٥	١٥	٢٢
نفسه	نفسه	٩٦١		موازيات	موازية	٢٢	٢٤
جرينوتش في انجلترا	جرينوتش	٢٦٥		اكتشفت	اكتشف	١٧	٢٧
البحر الابيض المتوسط	انجلترا	٢٦٥					

-‘Alā’

22094

